

TRATTATO

DI

Chimica Elementare



TRATTATO

DI

Chimica Elementare

ESTESAMENTE APPLICATA

ALLA MEDICINA, ALLA FARMACIA, ALL'AGRICOLTURA, ALLA MINERALOGIA, ED ALLE ARTI



Di Filippo Cassola

Professore aggiunto alla Cattedra di Chimica sperimentale nella Scuola di applicazione delle Acque e Strade; Socio onorario del Reale Istituto di Napoli; Corrispondente della Reale Accademia delle Scienze di Torino; della Società di Chimica Medica, e della Società Linneana; di Scienze Fisiche e Chimiche di Parigi; dell'Istituto Istorico di Francia, alla Sezione di Scienze Fisico-matematiche; della Società Filosofico-medica di Würtzburg, nella Baviera; dell'Accademia di Scienze ed Arti degli Ardenti in Viterbo; dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania; della Reale Accademia Peloritana di Messina; della Società Economica di Molise ec. ec.

TERZA EDIZIONE INTIERAMENTE RIFORMATA.

PARTE PRIMA

CHIMICA INORGANICA.

VOL. I.

NAPOLI

DALLA STAMPERIA E CARTIERA DEL FIBRENO

Largo S. Domenico Maggiore N.° 3.

1835.

ALLA MEMORIA

DI H. DAVY E DI N. L. VAUQUELIN

SPLENDORE DELLA CHIMICA GRANDISSIMO

CONSACRA QUESTO TRATTATO

L' AUTORE





TESTIMONIANZA DI ANIMO GRATO

E DI AMICIZIA DOLENTE

VERSO LORO

CHE IN VITA GLI FURONO LARGHI

DI CONSIGLIO E DI BENEVOLENZA

Il favorevole accoglimento fatto dal Pubblico al mio Corso elementare di Chimica , *dato alla luce negli anni 1823 e 1825 , mi avrebbe incoraggiato farne una semplice ristampa se l'animo mio non avesse risentito tutto il peso di tanta benevolenza; e non fosse stato sempre intento a seguire i progressi di questa scienza. Quindi mi andava disponendo arricchirlo di nuove vedute e di altre scoverte , quando niente pago della nuda lettura delle opere de' primi classici , e delle private mie sperienze , risolvetti viaggiare nei paesi delle scienze e dell' industria , in Francia intendo dire e nell' Inghilterra , colla speranza che acquistando altre nuove cognizioni avrei potuto dare nel ritorno un attestato di più viva riconoscenza. I miei voti furono adempiti ; imperocchè già conversando in Parigi pel corso di più mesi coi sommi chimici ed altri scienziati che onorano l' età nostra , non che coi più valenti artefici , che giornalmente mandano innanzi tante congegnazioni cui la moderna chimica ha fatto conoscere , mi vidi in piena forza da-*

re alla luce un opera del tutto nuova. E di fatti, nel 1830 cominciai a pubblicare un Trattato di Chimica *il più completo che vi fosse in tutta Italia, ove spargendo con più chiarezza le teorie, e mettendo a giorno tutte le ultime scoverte fatte nella scienza unitamente ai metodi di tante utili applicazioni, la più parte de' quali aveva veduto ocularmente eseguire, e molti ripetuti io stesso, partecipava così tutte quelle ricchezze che con tanta cura mi avea raccolte. La pubblicazione di questa nuova opera interrotta per un altro mio viaggio nella Germania nel 1831, ebbe compimento nell' agosto dello scorso anno; e quale ne fosse stata la universale accoglienza, si argomenti dal sollecito spaccio, che già dopo due mesi non ne restava più copia alcuna.*

Ora nel ristampare un simile Trattato, quantunque ne fosse recentissima la impressione, pure ho voluto farvi tali giunte e cambiamenti sì nella classificazione, che nella sposizione delle teorie, le più generalmente ricevute, che può anche quest' altra edizione considerarsi quasi del tutto nuova. Così facendo, credo essermi, per quanto è concesso alle mie forze, maggiormente cooperato alla istruzione della gioventù, ed aver corrisposto a tanta pubblica benevolenza.



ORDINE SECONDO IL QUALE VERRANNO STUDIATI I CORPI.



Tutt' i corpi che si appartengono allo studio della chimica comporranno le due prime grandi divisioni di questa Scienza, cioè la *Chimica inorganica* e la *Chimica organica*.

PARTE I. — *Chimica inorganica.*

Questa parte comechè la più estesa conterrà tutt' i corpi semplici, i quali verranno divisi in

Corpi semplici imponderabili,
Corpi semplici metalloidi,
Corpi semplici metallici.

Questi corpi comporranno i primi tre volumi del Trattato, e saranno divisi nell' ordine seguente:

VOLUME I. — { *Corpi semplici imponderabili*
Corpi semplici metalloidi,

e composti che resultano dalla loro reciproca azione.

VOLUME II. — { *Corpi semplici metallici*,

e composti che formano co' metalloidi e fra loro.

VOLUME III. — { *Sali, cioè composti di acidi e di ossidi*, già descritti ne' due volumi precedenti.

Parte II. — *Chimica organica.*

I corpi compresi in questa parte verranno ripartiti in due altri volumi distinti, i quali poi completeranno il suddetto Trattato; cioè in

Vol. IV. — *Corpi organici vegetali*

Vol. V. — *Corpi organici animali*

Lo studio di tutt' i corpi verrà metodicamente esposto, cosicchè dopo il trattato degl' *imponderabili*, si farà discorso de' *fluidi elastici*, ossia *gas*; de' diversi *sistemi* co' quali si è cercato studiare i corpi, e quindi del *Sistema atomico*; delle *Proporzioni determinate*; de' *Numeri proporzionali*; dell'*Isomorfismo* e dell'*Isomerismo*; della *Nomenclatura chimica*, e de' *Segni chimici* co' quali vengono ora rappresentate le combinazioni tutte dei corpi semplici.

Esposte così le dottrine colle quali si perviene a stabilire le basi della *Filosofia chimica*, si descriverà primamente l' ossigeno, come il solo corpo *vitro-polare*, *o elettronegativo permanente*, ed a cui si sono paragonate tutte le combinazioni elettro-chimiche degli altri corpi, non che il particolare loro peso atomistico. Quindi si passerà successivamente allo studio de' corpi *resino-polari*, o *elettro-positivi permanenti* (rimpetto all' ossigeno), esaminandone subito dopo i composti che ciascuno forma co' corpi che lo precedono, e di cui si sarà già data conoscenza; tal che si anderà regolarmente, per quanto più è possibile, dal *noto all' ignoto*; metodo, che nelle opere *elementari* di simil fatta deve essere rigorosamente osservato, e pre-

ferito alle *monografie* che sonosi in qualche trattato adottatte, avendo queste minor nesso colle odierne teorie chimiche. Così facendo si comprenderà di leggieri l' unione de' corpi semplici fra loro, e perchè avvene molti che sono acidi, si avrà il vantaggio conoscerne una parte di quelli che vengono continuamente adoperati, senza farlo molto dopo in un trattato particolare su gli *acidi* e su gl' *idracidi*, essendo questi ora assai svariati nella loro composizione; dapoichè anche alcuni *solfuri*, *tellururi*, *seleniuri*, *cloruri*, cc. funzionano benissimo ne' *solfosali*, *ne' tellurosali* cc. come acidi (§. 253.).

Le combinazioni de' corpi *resino-polari-ossigenabili*, saranno seguite dalla loro più grande affinità che hanno per l' ossigeno, poi pel cloro, bromo, iodio, fluore, idrogeno cc. Così p. e. dopo aver trattato del iodio, si esaminerà la sua azione sull' ossigeno, poi sul cloro, sul bromo, e per conseguenza si avrà conoscenza degli *acidi iodico*, e *cloroiodico*, o *cloruro di iodio*, del *bromuro di iodio* cc.

Siccome il carbonio forma due composti distinti coll' ossigeno, uno gassoso non acido, e l' altro acido, così è più facile apprendere nello stesso articolo la natura dei due composti, che rimettere la descrizione di quest' ultimo al trattato degli acidi, resultando essi dagli stessi principii, e differendone solo per le proporzioni.

Con questo divisamento, esaminati nel Vol. 1.° gli *imponderabili* ed i *metalloidi*, assieme alle loro reciproche combinazioni, ci troveremo inoltrati a segno nello studio della chimica, che passando a descrivere i metalli nel Vol. 2.° si avrà già fatta conoscenza delle sostanze, che bisogna impiegare per avere i loro *ossidi*, *cloruri*, *solfuri*, *ioduri*, *fosfuri*, cc.

I corpi semplici metallici, perchè sono in

maggior numero, verranno suddivisi in tre *Sezioni*.

La prima conterrà quei che hanno tale affinità per l'ossigeno, che più difficilmente si perviene a ridurre i loro ossidi compiutamente. Essi perchè contenuti nelle così dette *terre*, prima credute semplici, verranno perciò chiamati *metalli terrei, o delle terre*.

La seconda sezione comprende i metalli più riduttibili, i quali si trovano allo stato di ossidi ne' così detti *alcali*; sostanze anche credute come semplici, e per le stesse ragioni si sono distinti col nome di *metalli alcalini, o degli alcali*.

L'ultima sezione poi conterrà i *metalli*, che sono stati così chiamati e riconosciuti come semplici dalle epoche più remote.

Nel trattarre delle *generalità* sul cominciamento dello studio de' metalli, si avrà opportunità, descrivendo le loro proprietà chimiche, tener discorso delle proprietà generali de' composti di loro co'corpi semplici metalloidi; cioè degli *Ossidi*, *Cloruri*, *Bromuri*, *Ioduri*, *Fluoruri*, *Idruri*, *Fosfuri*, *Solfuri*, *Arseniuri* ec., che formano la serie delle combinazioni di questi corpi semplici co' metalloidi e fra loro, che si conterranno tutti nel vol. II. Lo studio poi in particolare di ciascun metallo sarà seguito da questi stessi composti, i quali verranno allora più estesamente descritti insieme di quelli nei quali, allorchè vi è una maggior quantità di ossigeno, sono acidi, come p. e. gli acidi del croma, del tungsteno, del molibdeno, ec.

Compiuto così lo studio de' metalli, si passerà a quello delle combinazioni che i loro ossidi formano con gli acidi, e quindi si avrà luogo ad apprendere i moltiplici composti e più utili che ne resultano, cioè i *sali*, i quali formano il vol. III. L'unione di questi fra loro e con gli ossidi, farà conoscere, oltre i cambiamenti che possono produrre, un gran numero

di composti di non meno importanza e per la medicina e per le arti.

La *chimica organica*, perchè comprende i corpi i quali non tutti hanno la medesima organizzazione e composizione, si è perciò divisa in *Chimica organica vegetale*, ed in *Chimica organica animale*; quindi le sostanze che appartengono alla prima, si sono comprese nel vol. IV, e quelle dell' ultima nel vol. V, col quale poi si dà compimento a questo Trattato.

Le sostanze vegetali, saranno studiate collo stesso metodo de' corpi inorganici, e per la loro classificazione si è in parte adottata quella di Thènard. È stato per poco invertito l'ordine seguito da questo autore, per maggiormente adattarlo alla riforma da me fatta nello studio della *Chimica inorganica*. Così dopo di aver data un idea generale delle sostanze vegetali, e de'loro principii *mediati* ed *immediati*, si passerà a dividerle in quattro grandi Sezioni.

La prima conterrà le sostanze le più semplici de'vegetali, e propriamente quelle in cui l'ossigeno e l'idrogeno sono nelle proporzioni convenevoli per formar l' acqua; e queste verranno chiamate *sostanze neutre.*

La seconda sezione comprenderà le sostanze *Alcalino-organiche.*

La terza tratterà degli *Acidi*, o di que' composti che oltre le proporzioni di ossigeno ed idrogeno indicate, contengono maggior quantità del primo. Questa sezione racchiuderà un numero di sostanze le più importanti, e la loro unione cogli ossidi metallici e cogli alcali organici, formerà un' altra serie di sali assai diversi da quelli prodotti cogli acidi inorganici, che perciò non debbono con questi confondersi. Queste sostanze comporranno il vol. IV.

L' ultima sezione finalmente racchiuderà que'com-

posti ne' quali il carbonio e l' idrogeno, rimpetto all' ossigeno, si trovano predominanti, come lo sono le sostanze *Oleose*, *Eteree* e *Resinose* ec.

Le sostanze vegetali poi che contengono oltre l'ossigeno, l' idrogeno, il carbonio ed una quantità più sensibile di azoto, verranno studiate a parte nella fine della chimica vegetale, sotto il nome di *Sostanze vegeto-animali*, e queste formeranno l'anello di unione colle sostanze più azotate che compongono la chimica animale.

Per lo studio delle *sostanze animali* si seguirà presso a poco il metodo adottato per le sostanze vegetali. Esse saranno tutte divise in sette classi; cioè, in

I. *Sostanze neutre*
II. *Sostanze solide e tessuti organici*
III. *Sostanze acide*
IV. *Sostanze grasse*
V. *Liquidi delle secrezioni*
VI. *Materie inorganiche contenute nelle diverse parti degli animali*
VII. *Prodotti del'a digestione e della respirazione*



Per ciò che riguarda lo studio di ciascuna sostanza in particolare, si comincerà dal darne prima un cenno storico, per conoscere l' epoca e gli Autori della loro scoperta, affinchè possa rendersi il dovuto omaggio a que'chimici che co' loro lavori han tanto contribuito a' progressi di questa Scienza; quindi se n' esporrà lo stato naturale, i corpi da cui può ottenersi, ed i processi; meglio ricevuti, e finalmente le loro proprietà fisiche e chimiche, la loro azione sui corpi precedentemente studiati, ed i composti più importanti che possono con questi formare.

Le applicazioni poi delle dottrine sulle affinità chimiche, sugl' imponderabili, e particolarmente sulle

attrazioni elettriche, sulla teoria atomistica, su quella delle proporzioni definite, e finalmente la conoscenza già acquistata su le proprietà specifiche di tutt' i corpi semplici, e de' numerosi composti che dalla loro svariata unione resultano; formeranno il sogetto più sublime ed utile della chimica, qual'è l'*Analisi* e questa prenderà posto nella fine della chimica organica. Essa sarà prima applicata a' composti meno complicati, cioè a quelli *inorganici*, e dopo a'corpi *organici*.

E poichè la chimica privata dalle sue applicazioni alla medicina, alla mineralogia, alla farmacia, ed alle arti le più utili, si renderebbe troppo sterile, così, oltre alla sua parte filosofica, o alla semplice applicazione ai fenomeni fisico-chimici, ed alla descrizione de'corpi semplici e de'composti che da questi ne resultano, vi saranno giunte, quando la circostanza lo richiede, delle più estese applicazioni alla terapeutica, alla tossicologia, alla farmacia, alla mineralogia, all'agricoltura, ed alle arti.

Pag.	verso	ERRORI	CORREZIONI
2	3	qualunque..............	comunque
4	32	riproduri...............	riprodursi
6	26	molto..................	molti
68	38	corpi..................	corpi posti
197	14	§. 174.................	§. 229
200	38	§. 218.................	§. 217
203	29	§. 238.................	§. 239
271	11	cloro..................	fluore
486	23	Sezione IV.............	Sezione XIV

PRELIMINARI.

NOZIONI GENERALI

SU I CORPI E SU LA COSTITUZIONE FISICA DELLA MATERIA.

Non ha potuto darsi ancora una esatta definizione di ciò che dicesi *corpo*. La più comune è quella, che s'intende per corpo tutto ciò ch'è suscettivo di produrre su i nostri organi un certo numero di sensazioni determinate, mercè le quali acquistiamo certezza della loro presenza e spesso della loro natura particolare.

Lo stato diverso sotto cui i corpi ci si presentano, costituisce le diverse forme della materia, e la forza di *attrazione* e quella di *ripulsione* ne mantiene e regola il loro essere. Così quando la prima predomina, che produce la *coesione*, essi sono solidi; se trovasi in contrasto, od allo stato di equilibrio colla forza di ripulsione, prendono la forma di liquidi, e si manifestano allo stato di fluidi elastici, quando questa prevale. Dopo ciò, i solidi che costituiscono la minor parte del globo, sono i corpi le cui forme sembrano le più svariate; i liquidi che ne occupano circa le tre quarte parti, allorchè sono in picciole masse, prendono la forma sferica, ed i fluidi elastici sono quelli che non hanno forme visibili, perchè sono quasi tutti invisibili.

Divisibilità de' corpi — Si è preteso, *che la materia è divisibile all' infinito*, poichè dividendo un corpo in picciolissime parti, queste potranno esser divise in altre più piccole e così di seguito, fino a che la divisione darà delle

parti così piccole che sfuggono a' nostri sensi. Matematicamente parlando la divisibilità della materia all' infinito è incontestabile; dapoicchè qualunque piccola che s' immagini una molecola di materia, egli è sempre possibile il supporre che possa dividersi in due parti e così di seguito. Ma la divisibilità de' corpi deve aver de' limiti, poichè se si ammettesse la possibilità di divisione all' infinito, ne seguirebbe quella dell' alterazione de' principii della stessa materia, ed in conseguenza si vedrebbero incessantemente riprodursi nuovi corpi; ora, è provato da osservazioni di più migliaja di anni, che le qualità delle diverse sostanze si mantengono costantemente le stesse.

Numerosi sono gli esempii che possonsi addurre onde comprovare la divisibilità possibile della materia. Tra i tanti presceglieremo quello che ci somministra l' oro, come il più sorprendente: un oncia di questo metallo ridotto in foglie può covrire un cilindro di argento lungo 22 pollici e del diametro di 5 linee, il quale poi fatto passare successivamente alla filiera potrà dare un filo di 444 mila metri lungo, ossia 111 mila leghe di 200 tese l' una, ciocchè darebbe una divisibilità di 14 bilioni di parti visibili.

Per farsi anche un' idea meno astratta su la divisibilità della materia, poggiandola non sopra mezzi di semplice divisione e suddivisione meccanica, ma a' puri mezzi chimici, basterà riflettere che un centigramma ($\frac{1}{5}$ di acino circa) d' indago dà una tinta assai intensa a 100,000 gram. di acqua; e che ciascun gramma di questo liquido, allungato con altri 1000 grammi di acqua, conserva ancora una tinta apparente, ancorchè il centigramma d' indago si trovasse sciolto in 100 milioni di parti d' acqna. L' odorato più che la vista ci prova maggiormente la grande divisibilità della materia. Un grano della sostanza ben nota sotto il nome di *muschio*, tenuta in una camera spaziosa, comunicherà il suo odore per molto tempo a tutta l' aria racchiusa nella stanza, senza che il suo peso venga sensibilmente diminuito; e così per molti altri simili esempi.

Allorchè la divisione de' corpi si fa con mezzi meccanici, da ridurli in parti più o meno estremamente piccole, queste prendono il nome di particelle o *molecole*, e si chiamano

atomi, quando non possono più dividersi ulteriormente (1). Le molecole possono essere di due specie: *integranti*, e *costituenti*. Se si fondono insieme piombo e stagno, si avrà un composto che contiene i due metalli. Dividendo allora questo composto in piccole parti, ciascuna di essa darà la *molecola integrante*, la quale per quanto esile si consideri, conterrà sempre il piombo e lo stagno. Separando poi i due metalli, ciascuna particella di essi presa separatamente, darà la *molecola costituente*, ossia quella che entra come parte del composto di piombo e stagno, la quale può anche chiamarsi *molecola componente*.

Struttura generale de' corpi. — I corpi tutti son supposti formati da una moltitudine di esilissime particelle della loro stessa natura, le quali sono più o meno allontanate le une dalle altre, secondo il diverso stato di densità sotto cui si presentano, ancorchè sembrasse che apparentemente si tocchino in tutt'i punti. Dietro questa ipotesi si spiega la diminuzione che acquista l'aria e gli altri gas allorchè si comprimono, o si raffreddano; ed il passaggio che essi danno a certi corpi senza dilatarsi o aprirsi. Le particelle suddette son quelle che si chiamano *molecole*, e gl'intervalli che le separano diconsi *pori*. I geometri poi distinguono col nome di *massa*, la somma delle molecole di cui un corpo è formato, senza riguardare i suoi pori; e con quello di *volume*, la parte dello spazio che un corpo può occupare, sia per le sue particelle che pe' suoi pori.

Divisione de' corpi. — La divisione de' corpi varia secondo i punti di vista sotto cui voglionsi studiare; e siccome la conoscenza sui loro caratteri esterni, su le loro proprietà generali, e su la loro natura, forma il soggetto della *Scienza della Natura*, che principalmente abbraccia la *storia naturale*, la *fisica*, e la *chimica*, così

(1) Gli antichi filosofi adoperavano frequentemente l' espressione di *atomo* per indicare *ciò che non poteva esser diviso*, ovvero le molecole ottenute coll' ultima divisione de' corpi, le quali per conseguenza non erano più divisibili. Si conoscerà nella importante *dottrina atomica*, come Dalton, celebre fisico inglese, abbia rinnovate le antiche considerazioni sugli atomi de' corpi, ma sotto un altro punto di vista. V. *Teoria atomica*.

ciascuna di queste scienze fa una divisione particolare dei corpi naturali.

La storia naturale p. e., avendo per oggetto la descrizione delle parti esterne de' corpi, classifica e divide questi in famiglie, a seconda delle loro forme che più si somigliano, limitandosi a determinare le loro varietà, e ad osservare la loro organizzazione. La fisica perchè si occupa più specialmente dello studio delle leggi che reggono l'Universo, delle proprietà generali delle masse, e de' rapporti che i corpi hanno fra loro, non si attiene ad alcuna classificazione fissa, componendosi essa di parti quasi indipendenti le une dalle altre, le quali lasciano molta libertà nell'ordine da seguirsi pel suo studio. Ma la chimica che cerca penetrare nelle parti più recondite de' corpi onde conoscer la loro particolar composizione, ed esaminarli sempre nello stato di purità massima, li divide tutti in due grandi classi. La prima ne contiene un picciol numero, che si chamano corpi *semplici* o *elementari* (1), e la seconda comprende tutti quelli che si dicono *corpi composti*.

Si è dato il nome di corpo *semplice* o *indecomposto*, a quella parte della materia che coi mezzi analitici conosciuti non ha potuto ancora separarsi in altre parti di natura diversa. Ciò per altro non è un assioma, che questi corpi cioè non possono in seguito trovarsi composti di altri principii diversi. Noi conosceremo altrove, come le terre, i due alcali ed altri corpi annoverati una volta fra semplici, si son trovati poi composti. La logica severa però che si dee professare in una scienza di fatto, qual'è la chimica, debb' essere quella, che sino a quando non si rinvengono altri mezzi più energici di *analisi* onde produrre la loro scomposizione, debbono riguardari come corpi semplici.

(1) L'espressione *elemento*, adottata dagli antichi, non sembra indicare la stessa cosa che *corpo semplice*, dappoichè se dopo Aristotile si diceva, che l'*acqua*, l'*aria*, il *fuoco* e la *terra* erano i soli quattro elementi conosciuti, non debbe perciò attaccarsi a questa parola l'idea di una semplicità di composizione, ma piuttosto quella più generale, e che è restata vera in mezzo agl' innumerevoli progressi delle scienze, cioè che questi quattro corpi entrano nella composizione di quasi tutti gli altri, e che sono i più necessari a' bisogni della vita.

I corpi *composti* poi che sono in grandissimo numero, resultano tutti dall' unione di due o più corpi semplici.

Definizioni ed oggetto della chimica.

La chimica ha per oggetto la conoscenza de' principii che costituiscono i corpi, i fenomeni che si manifestano nella loro azione intima e reciproca, e le proprietà dei composti che ne resultano. La chimica ha grandi rapporti colle altre scienze naturali, e sebbene sembra che ritragga dalla *mineralogia* e dalla *botanica* molte conoscenze per lo studio de' corpi, pure queste non le improntano che la sola descrizione individuale de'medesimi, i nomi sistematici, e lo stato in cui si trovono in natura. Ma la fisica ha tale stretto rapporto colla chimica, che lo studio dell' una non può da quello dell' altra andarne disgiunto. Esse differiscono soltanto, perchè la fisica si occupa delle proprietà generali che spiegano le masse poste in azione le une sulle altre, e la chimica esamina i fenomeni nell' azione scambievole delle loro molecole, e ne ricerca la cagione e le leggi a cui possono sottoporsi.

L' etimologia del vocabolo *chimica* è presumibile che abbia avuta arigine dagli Egiziani, i quali legavano a questa espressione l' idea di *Filosofia naturale*, in cui si conteneva tuttociò che gli antichi conoscevano degli oggetti naturali. Portata dopo questa scienza in uno stato di sommo empirismo dalla mania degli *Alchimisti*, limitandone il vero scopo, la chiamarono *pyrotechnica*, ovvero arte del fuoco; *crysopoea*, ed *argyropoea*, cioè fabbricazione di oro e di argento; *choema*, che significa nascosto, o libro di secreti; *alchimia*, che si suppone formata dalla parola *chemia*, preceduta dall' articolo arabo *al* (1); e finalmente *choema*, scienza di *Cham*, o perchè fosse la scienza dello *scioglimento* de' corpi.

---

(1) *Al-chemy*, o piuttosto *Al-kemi*, indica la *conoscenza della sostanza*, o della *composizione de' corpi*, proveniente dal sustantivo kyamon. V. Lex. Golius.

Gli oggetti di ricerca pel chimico sono i corpi naturali. Questi che abbiamo divisi in corpi *semplici*, o elementari, ed in corpi *composti*, si suddividono in corpi *minerali*, detti anche *fossili*, ovvero *inorganici*; ed in corpi *organici*, che comprendono i *vegetali* e gli *animali*.

I minerali, o *inorganici* son dotati della sola forza di attrazione. La loro esistenza è isolata ed indipendente da ciò che li circonda, e si accrescono o diminuiscono, per soprapposizioni e sottrazione di parti nelle loro superficie esterne. Le loro forme variano, e sono ora solidi, ora liquidi ed ora gassosi o aeriformi.

I corpi *organici* si suddividono in *vegetali* ed *animali*. Essi sono in generale nello stesso tempo de' solidi e de' liquidi, ed hanno delle forme più o meno curvilinee, che dipendono dalle proporzioni più o meno grandi di parti solide e liquide che li compongono. Questi corpi sono dotati di una forza propria, indipendente dall' attrazione, la quale può agire sotto una influenza interna, o venendo dall'esterno, facoltà che dicesi *forza vitale* o *assimilatrice*; e sono suscettivi di cambiamenti spontanei, si accrescono, si riproducono e muojono.

I vegetali differiscono dagli animali, perchè ne' primi i movimenti propri sono oscuri e parziali, e si limitano agli sforzi necessari per trasportare i fluidi ne' loro vasi per la nutrizione; negli animali poi i movimenti sono sensibili e generali, e perchè molto dipendono dalla volontà, essi hanno tutti libertà di moto.

In generale non v' ha produzione di questi corpi naturali di cui il chimico non sia in grado conoscerne la composizione e le proprietà. Per conseguire un tale intento vi vogliono alcuni mezzi che si traggono dall'*analisi* e dalla *sintesi*.

La parola analisi tirata dal greco dinota *ridurre una cosa à suoi elementi*. Essa si applica alle scienze in un modo generale, perchè il suo oggetto è di scomporre le cose complicate in cose più semplici per facilitare la loro conoscenza. In chimica però l' analisi è l' operazione con cui si cerca separare i componenti di un corpo onde conoscerne la quantità e la loro particolar natura. L'analisi perchè facevasi prima col fuoco, o con alcuni li-

quidi, venne distinta in *analisi per via secca* ed *analisi per via umida:* ora tali distinzioni non sono più ammesse, e l'analisi si fa coi *reattivi*, ne'quali vien compreso anche il calorico.

Dicesi *reattivo* o *reagente* ogni corpo che sia capace produrre qualche cambiamento nelle combinazioni, dal quale si deduce poi la natura del corpo che lo ha prodotto. Le voci di *analisi vera* o *semplice*, *falsa o complicata*, sono ora disusate. Si fa solo distinzione tra *edotto* e *prodotto*, per dinotar col primo il corpo ottenuto dopo l'analisi senza alcuna alterazione, e coll'ultimo un nuovo corpo formatosi dall'unione degli stessi elementi del corpo che si analizza, o con uno di questi ed il reagente. Gli edotti appartenevano all'analisi vera, ed i prodotti all'analisi falsa; e furon anche i primi detti *principii immediati* o *prossimi*, ed i secondi *principii mediati o remoti.*

Delle principali operazioni chimiche.

Infusione — Operazione che si fa a freddo tenendo le sostanze da cui si vuole strarre qualche principio attivo in un liquido, che si chiama *mestruo*. Si fa anche l'infusione mettendo il liquido caldo su le stesse sostanze, lasciandovelo poi agire per qualche tempo. Il liquido ottenuto prende il nome d'*infuso.*

Decozione — Ha lo stesso scopo della precedente, ma il liquido si fa bollire su la sostanza da cui si vuole sciogliere le parti attive, e dopo dicesi *decotto*. Affinchè si eviti la dispersione di alcune parti volatili, si fa anche meglio l'operazione adoperando le sostanze quasi in polvere, che per l'ordinario, dopo averle messe in un vaso opportuno, vi si versa il liquido bollente e si chiude subito il vaso, lasciandolo dopo in riposo per qualche ora.

Macerazione e Digestione — Operazioni analoghe alle antecedenti. Si lasciano le sostanze nel liquido caldo ovvero freddo per un tempo più lungo onde ammollirle e facilitar così la estrazione delle parti solubili.

Evaporazione e Svaporazione — È la riduzione di un liquido in vapori; ma comecchè può anche ottenersi que-

sto effetto abbandonando il liquido all' aria alla temperatura ordinaria, così queste espressioni si applicano più particolarmente quando l' operazione si fa col calore: si opera ne' vasi detti espressamente *evaporatoi*, ovvero *cassole*, i quali sono di vetro, di porcellana o di metallo. L'operazione si fa a fuoco nudo, o al *bagno-maria*, che consiste nell' imergere il fondo de' vasi nell'acqua, o al *bagno di sabbia*, tenendoli nella sabbia.

Si è fatto anche distinzione fra *svaporazione* ed *evaporazione*, volendo dinotar colla prima il riscaldamento del liquido ad un calore inferiore al suo grado di bollizione, e con la seconda quando il liquido si fa bollire.

Sublimazione — È una svaporazione di corpi solidi. Si fa in vasi di vetro detti *matracci*, o in *pignatte* di argilla cotta, disponendole una sopra l'altra, in modo però che la prima, ove si contiene la sostanza da sublimarsi, abbia il fondo intero, quelle di mezzo forato, e l' ultima deve avere un picciolissimo foro: questi apparecchi vengono anche detti da chimici *alludelli*.

Decantazione — Operazione che si fa inclinando a poco a poco un vaso che contiene un liquido chiaro che si vuol separare da un precipitato, ovvero da un deposito che contiene nel suo fondo. L' effetto ottenuto è analogo a quello che si ha colla *filtrazione*. Si può anche ottener lo stesso intento adoperando uno strumento che si chiama *sifone*, ed allorquando dovesse operarsi più in grande, possono mettersi a diverse altezze dal fondo del recipiente, che contiene il liquido che si vuol separare dal deposito, delle *cavicchie*, o de' *robinetti*, ed aprir quello più in alto per vedere se il liquido che esce è chiaro, e così di seguito. I *sifoni* sono *semplici*, *fig. 43*, *doppii*, *fig. 43'*, ed a *pippetta*, *fig. 38* e *39*. Il meccanismo de' sifoni è abbastanza noto. Basta riempir prima il sifone semplice col liquido che si vuole estrarre, chiuderne poscia col dito l'estremo da cui deve uscire il liquido, e tuffarvi dentro l' altro estremo, perchè appena tolto il dito il liquido ne uscirà facilmente. Può anche mettersi un estremo del sifone nel liquido, ed inspirarlo dall'altro estremo; ma se trattasi di liquidi acidi, dovendo riceverne un poco nella bocca, perchè l'altro s'innalzi ed esca fuori, si preferisce il sifone doppio, col

quale vengono evitati gl'inconvenienti che presenta l'altro sifone. Può anche sostituirsi con più successo il sifone rappresentato dalla *fig. 10*. operando come appresso: s'immerge l' estremità *d* in un bicchiere che contiene un poco del liquido da decantarsi, e per l' altro estremo *c* se ne inspiri ovvero se ne metta dentro una quantità che giunga sino al punto *aa*; allora si chiude col dito l'estremità *c*, e si tuffa l' altra estremità *d* nel liquido che si vuol separare dal deposito. L'effetto sarà che appena tolto il dito dall'estremità *c*, il liquido contenuto in *aa* cadendo per la pressione dell'aria, attrarrà quello del vaso ove trövasi immersa l' altra estremità, e questo ne uscirà fuori come negli altri sifoni. Anche il sifone semplice adoperato come si è detto sopra, può far le veci del sifone doppio, riempiendolo cioè prima del liquido da decantarsi. Il *sifone a pippetta* si usa nelle analisi chimiche, quando facesse duopo separare il liquido da un deposito del peso di 1 a 2 granelli, o anche meno; il che si ottiene immergendo la punta del sifone nel liquido, badando però che non giunga troppo vicino al deposito, inspirando l'aria della pippetta per riempirla del liquido, tenendo chiusa colla lingua l' estremità che sta nella bocca, e cacciata l' altra fuori del vaso si fa cadere il liquido separato dal deposito; ripetendo dopo allo stesso modo l' operazione finchè quasi tutto il liquido venga tolto.

Filtrazione — È un operazione perfettamente analoga alla decantazione, e ne differisce solo pe' mezzi co' quali si eseguisce. Con essa si separano anche i liquidi da sostanze che li rendono torbidi, e può farsi sollecitamente, senza attendere, come nella decantazione, che si deponga la sostanza insolubile e che divengano chiari. L' operazione si fa con gl' *imbuti* ordinari, se è poca la quantità dei liquidi, e co' *quadrelli*, se è più forte, su cui si mette una tela, ovvero un panno di lana, secondo la natura de' liquidi, e sopra vi si appone la carta sugante. I liquidi alcalini, o le soluzioni saline non acide si passano per tela, e pe' liquidi acidi si preferisce il panno di lana.

Soluzione e *disoluzione* — Sono due operazione che hanno lo stesso scopo, cioè quello di sciogliere una sostanza con un liquido in cui vi è solubile, che dicesi anche,

come nella infusione, *mestruo*. I chimici onde usare più esattamente di queste voci, chiamano *soluzione* quando il corpo che si scioglie è solubile nel liquido, e sì l' uno che l' altro non vengono in alcun modo alterati; ma se il corpo da sciogliersi non è solubile, ed il liquido che si adopera si scompone prima di scioglierlo, allora dicesi *dissoluzione*. La soluzione di un sale, dello zucchero, ec. dà l' esempio della *soluzione*, e quella dell' argento, del rame nell' acqua forte, somministra l' esempio della *dissoluzione*. In quest' ultima operazione l' acido è in parte scomposto, ed il metallo viene ossidato e sciolto dall' altra parte del l' acido che non è stato alterato.

Fusione — È una soluzione operata col fuoco. Siccome la soluzione tende a render fluido un solido col mezzo di un liquido, così la fusione opera egualmente la fluidità di un solido, ma col mezzo del calorico. Si fondono i metalli, la cera, ec. i vasi in cui si opera, si dicono *crogiuoli*, i quali quando sono fatti con le materie infusibili (argille) si chiamano *refrattarii*, e se vengono coverti nell' interno con polvere di carbone impastata con soluzione forte di gomma, si dicono *brascati*. Si fondono in questi crogiuoli gli ossidi de' metalli facilmente riduttibili ec.

Ossidazione — È l' operazione colla quale si cerca combinar l' ossigeno co' metalli, o con altri corpi semplici non metallici. Alcuni di questi si combinano all' ossigeno anche esponendoli solamente all' aria, o riscaldandoli più o meno fortemente; ed altri comunque si trattino con questi mezzi non si ossidano. La maggior parte di essi può ossidarsi colla sola azione dell' acqua forte, quasi tutti vengono poi ossidati col miscuglio di acido idroclorico ed acido nitrico, o acqua forte.

Deossidazione o *disossidazione* — È l' operazione inversa della precedente, perchè si cerca con essa togliere l' ossigeno col mezzo di alcune sostanze che si dicono *corpi disossidanti*. Il carbone è fra queste il migliore corpo disossidante.

Acidificazione — È l' operazione nella quale un corpo vien cambiato in acido (V. nomenclatura chimica art. *Acidi*).

Sublimazione.

La volatilizzazione delle sostanze fluide spetta alla *sva-*

porazione, e quella della sostanza solide alla *sublimazione*. Questa operazione si fa ne' matracci, ma con più vantaggio si adoperano le pignatte, però poste l' una sopra dell' altra, in modo che la prima e l' ultima sieno col fondo intero, e le altre intermedie forate; questi vasi vengono distinti anche col nome di *alludelli*.

Distillazione.

È un operazione quasi simile alla precedente, e ne differisce solamente, perchè nella sublimazione si tratta di sostanze solide, e nella distillazione di sostanze fluide; somiglia pure alla svaporazione la quale si eseguisce in vasi aperti, e la distallazione in vasi chiusi. Quest' operazione si fa ordinariamente negli alambicchi, e nelle storte, badando però che le sostanze che si adoperano non vengano punto alterate da questi vasi.

Modo di trovare il peso specifico de' solidi, e de' liquidi

Si conosce dalla fisica che il *peso*, o la *densità* d'un corpo dipende dalla sua attrazione per la terra; e che i corpi più pesanti hanno sotto lo stesso volume maggior quantità di materia. Il peso d' un corpo omogeneo è indipendente dalla sua forma, e proporzionale al suo volume: così due corpi della stessa natura sono eguali in peso sotto lo stesso volume, di modo che se mettonsi nei due piatti d' una esattissima bilancia vi faranno equilibrio. Lo stesso non avverrà quando i corpi sono eterogenei; perchè non contengono la stessa quantità di materia sotto volume eguale.

Il peso si distingue in *assoluto* e *specifico*. Il peso assoluto è la quantità di pressione ch'un corpo esercita sopra di un altro, senza aver riguardo al suo volume; e questo si trova colle balancie ordinarie. Il peso spefico è il rapporto del peso assoluto di un corpo paragonato ad un eguale volume di altro corpo, o, il che torna lo stesso, il rapporto del loro peso sotto lo stesso volume.

I fisici ed i chimici onde avere un termine di comparazione nel determinare le diverse densità, o peso specifico de'corpi, han prescelto l'acqua distallata, come quella il cui peso sotto lo stesso volume ed alla stessa tem-

peratura e pressione atmosferica non è soggetta a variazione alcuna; così essa viene riguardata alla temperatura di 4 + o del term. centig. come al maximum della sua densità, a cui poi rapportansi i diversi corpi alla stessa pressione e temperatura, ed allo stesso volume. L'influenza della pressione dell'aria è sì poco sensibile che può anche trascurarsi: importa tener conto solo della densità dell'acqua pura o della sua temperatura per paragonarvi gli altri liquidi alla stessa temp.

Gravità specifica de' solidi.

Il processo per determinare la gravità specifica di un solido poggia sul principio idrostatico conosciuto sotto il nome di *principio di Archimede* (1), che cioè un corpo immerso in un fluido perde del suo peso assoluto una quantità eguale al peso del volume del liquido discacciato. Ciò è fondato su i due seguenti teoremi:

1.° Che un solido immerso nell'acqua ne rimuove un volume uguale al suo proprio volume.

2.° Che il peso dell'acqua rimossa è eguale a quello che 'l solido perde nella sua immersione. Ciò posto basta pesare i differenti corpi prima nell'aria e poi nell'acqua, quindi il peso nell'aria dividerlo per la perdita nell'acqua onde aversi la densità rapportata a quest'ultimo liquido; dappoichè la perdita nell'acqua è il peso d'un volume di questo liquido eguale a quello de' corpi: così p. e.

Peso di un pezzo di oro nell'aria gr. 7, 821
nell'acqua gr. 7, 415

Perdita nell'acqua............ gr. 0, 406
ciò che dà la densità dell'oro eguale

$$\frac{7821}{406} = 19,263$$

Per eseguir questo processo può usarsi la *bilancia idro-*

(1) È noto che questo grande geometra scovrì siffatta legge nel ricercar la composizione d'una corona di oro colla guida della densità; dopo che n'ebbe l'invito da Jerone re di Siracusa.

statica, *il gravimetro* di Nikolson, detto anche *areometro*, o l'apparecchio di Klaproth comechè il più semplice.

Densità de' liquidi.

Il metodo della bilancia edrostatica consiste nel sospendere per mezzo di un filo sottilissimo un cubo metallico sotto il piatto d' una bilancia sensibilissima, e stabilito l'equilibrio ne' due piatti immergere il solo cubo in differenti liquidi di cui si vuol conoscere le diverse densità : i pesi che si mettono nel piatto a ciascuna operazione, in cui sarà fissato il cubo che si tiene immerso nel liquido, dinoteranno le perdite che il cubo pruova ne' differenti liquidi, ed il peso de' volumi di questi liquidi ch' esso avrà discacciato. Perchè i risultamenti fossero esatti è necessario tenere il vaso ove si contiene il liquido immerso in una massa di acqua la cui temperatura fosse costante. Così p. e. un cubo di platino del peso di 155, 252 immerso successivamente nell' acqua, nell' alcool e nell' etere solforico sperimenta le perdite seguenti :

Peso del platino nell'aria	gr.	155, 252
nell' acqua	»	148, 860
Peso del volume d' acqua discacciata	»	7, 392
Platino nell' aria	»	156, 252
nell' alcool	»	149, 390
Peso del volume d'alcool discacciato	»	5, 862
Platino nell' aria	»	155, 252
nell' etere solforico	»	149, 967
Peso del volume d' etere discacciato	»	5, 285

Può anche trovarsi il peso specifico de' liquidi nel modo seguente : si riempie una bottiglia di acqua distillata, e dopo averla chiusa col suo turacciolo e prosciugata esattamente si pesa ; quindi si vota per riempirla colle stesse precauzioni con quel liquido di cui se ne vuol conoscere il rapporto, e si pesa di belnuovo : dividendo quest' ultimo peso per quello dell' acqua distillata si avrà il peso specifico ricercato. Così suppongasi che il peso del liquido

fosse di 60 grammi e quello dell' acqua pura di 30, si avrà $\frac{60}{30} = 2$. In tal modo si opera quando si vuole conoscere la gravità specifica delle acque minerali o di altri liquidi paragonati a quella di un egual volume di acqua pura, presa alla stessa temperatura e poi rapportata a quella di $4^\circ + 0$.

L' areometro di Nikolson si adopera come appresso.

Si abbia un tubo di cristallo come quello della *fig. 53*. e si riempia di acqua pura fino al segno praticato in A. S' immerga in questo liquido l' areometro, il quale può essere di ottone, di latta o anche di vetro, e siccome non si manterrà perpendicolare nell' acqua, così è necessario mettere un peso nella *scodella* inferiore E affinchè si produca la sua immersione fino a B B. Si aggiunga allora nella *scodella* superiore C un peso conosciuto, p. e. 100 grammi, e, supposto che la sua immersione nell' acqua giunga fino a D, si pratichi in quel punto un segno con una lima. Ora volendo conoscere il peso specifico di un solido, insolubile nell' acqua, se ne prenda una quantità minore de' 100 grammi, per esempio 60 grammi; e quindi per pesarlo nell' aria si metta nella *scodella* superiore, togliendo il peso de' 100 grammi; e siccome esso non sarà capace di produrre l' immersione dello strumento fino al segno praticato in D, bisognerà perciò aggiungere più peso, finchè s' immerga sino al segno suddetto, cioè altri 40 grammi onde formare il totale de' 100: allora sottraendo il peso aggiunto da' 100 grammi, il residuo che sono i 60 grammi, darà il peso del solido nell' aria. Si tolga quindi lo strumento dall'acqua; ed il solido si passi nella scodella inferiore E, immergendo nuovamente l'areometro nell'acqua, e facendo restare il peso de' 40 grammi nella *scodella* superiore C. L' istrumento non si affonderà al segno D, non ostante che i 60 grammi del solido posto nella *scodella* inferiore, ed i 40 nella superiore formassero, sommati insieme, i 100 grammi, peso necessario per affondare l' areometro fino al segno praticato in D; e ciò non avviene, poichè il solido avrà perduto tanto peso, che corrisponde ad un volume di acqua eguale al suo proprio che avrà discacciato. Si aggiunga allora altro peso nella *scodella* superiore C fi-

no a che lo strumento si affonda al segno D; e supposto che il peso sia di dodici grammi, questi daranno il peso del volume di acqua discacciata, che sarà eguale a quello del solido. Dividendo poi il peso del solido per quello del volume di acqua, come $\frac{60}{12}$, il quoziente che sarà 5, darà il peso specifico del solido; e da ciò si conchiude che il solido sotto lo stesso volume dell'acqua pesa cinque volte più di questo liquido.

Allorchè i solidi sono più leggieri dell'acqua si attaccano ad un corpo pesante di cui sia noto il peso specifico, il quale si deduce col calcolo, determinando il peso comparativo del solido.

Pei solidi che si sciolgono nell'acqua, s'impiega l'alcool, l'olio di trementina o altro liquido, del quale si conosce il peso specifico, per paragonarlo a quello dell'acqua e dedurlo, quando si determina il peso del solido, per mezzo del calcolo.

Il processo immaginato da Klaproth è da preferirsi perchè più semplice di tutti. Esso consiste in una boccia di cristallo col suo turaccio smerigliato, ove si mette tanta acqua distillata da riempirla, e dopo averla chiusa e presciugata esattamente, si pesa; quindi il solido, di cui si è conosciuto prima il peso nell'aria, s'immerge nella boccia ove sta l'acqua; si chiude di nuovo, e prosciugata si pesarà. Il secondo peso ottenuto non sarà eguale a quello della boccia piena di acqua e del solido separati che sommati insieme davano per totale, mentre il solido ha discacciata dalla boccia tant'acqua, quanto era il volume del solido; da ciò la mancanza del peso farà conoscere quello di un volume di acqua discacciato dal solido, il quale sarà eguale al suo proprio volume. Avendo quindi diviso il peso del solido nell'aria per la mancanza di questo immerso nell'acqua dal quoziente si avrà il peso specifico ricercato.

Per comprender meglio il processo di Klaproth, s'immagini come nell'antecedente sperimento, essere il

Peso della bottiglia piena d'acqua . . . . . gr.	183, 543
Peso d'un pezzo d'argento nell'aria	22, 474
Totale.	206, 017

Peso della bottiglia contenente l'acqua ed il corpo . . . . gr. 203, 872
Peso dell'acqua discacciata . . . . gr. 2, 145

Si avrà dunque $\frac{22,474}{2,145} = 10,477$ per la densità dell'argento.

Con questo mezzo si ha il vantaggio, più che con gli altri descritti, conoscere la densità delle polveri e de' corpi più leggieri dell'acqua. Così suppongasi che un pezzo di legno pesi nell'aria 18, 253 e che immerso nell'acqua abbia discacciato 18, 847 di questo liquido, la sua densità sarà $\frac{1,253}{1,847} = 0,678$, densità d'un volume del solido paragonato ad un egual volume di acqua pura.

Al modo stesso che esponemmo potersi trovare la densità de' liquidi, servendosi della bilancia idrostatica, può anche conoscersi quella de' solidi: basta pesar questi prima nell'aria e poi nell'acqua, immergendoli nel cubo, perchè il peso nell'aria diviso per la perdita nell'acqua, darà la densità del volume del corpo rapportata a quello dell'acqua; essendo la perdita del peso del solido immerso nell'acqua il peso di un volume di questo liquido eguale a quello del corpo.

Degli areometri o pesa liquori.

L'areometro il più comune è quello rappresentato dalla *fig.* 52. Esso consiste in un tubo cilindrico A di vetro, il quale termina con un piccol cono soffiato in B, ove si mette una quantità di piombo o mercurio, sufficiente a mantenerlo in una posizione verticale, quando s'immerge nel liquido che si vuole esaminare. Lungo la cavità del cilindro A, vi s'introduce una striscia di carta sulla quale si pratica una scala per esprimere la purità de' liquidi spiritosi. La graduazione di questa si fa nel modo seguente: nell'acqua distillata purissima, alla temperatura di 15 gradi di Reaumur, vi s'immerge l'areometro, e si segna col zero il punto ove esso resta fisso: si passa quin-

di nell' alcool rettificatissimo, e questo secondo punto si segna col num. 100. Dopo ciò si fanno de' miscugli di 10 parti di alcool e 90 di acqua, di 20 di alcool e 80 di acqua, di 30 di alcool e 70 di acqua, di 40 di alcool e 60 di acqua ec. fino a 90 di alcool e dieci di acqua. S' immerge l' areometro in ciascuno di questi miscugli, e si nota il punto ove resta fisso, segnando nella scala il primo miscuglio di 10 parti di alcool e 90 di acqua, col num. 10, il secondo con quello di 20, il terzo 30, ec.: dopo suddividendo ciascuna di queste divisioni per dieci gradi, si avrà il mezzo di conoscere la quantità di acqua che l' alcool può contenere; mentre 10 gradi di questa scala indicheranno una parte di acqua che l' alcool racchiude. Così se l' areometro alla temperatura di 15 gradi di Reaumur immerso in un alcool segnerà 90 gradi, farà conoscere che questo contiene dieci parti di acqua; se 80, 20 parti, e così di seguito.

Le stesse regole indicate per la costruzione dell' areometro atto a conoscere la purità dell' alccol, si adopereranno per quello degli alcali e degli acidi; poichè facendo uso di acqua distillata per prendere il primo punto, e di acqua satura di un alcali, di un sale, di acido concentrato ec. onde stabilire il secondo, e quindi facendo gli stessi miscugli coll' acqua, come si è detto per l' alcool, si avranno gli strumenti per conoscere la quantità delle diverse sostanze che l' acqua potrà tenere in soluzione. Questi strumenti vengono detti *pesa-acidi; pesa-sali; pesa-sciroppi; pesa-alcool; pesa-latte (galactometro); pesa-etere (eterometro)*, se vengono destinati a conoscere la densità degli acidi, de' sali, de' sciroppi, dell' alcool, del latte, dell' etere ec.

Alcalimetro.

L' *alcalimetro* descritto da Descroizilles (*Annal. de Chimie tom. IX, pag. 17*), serve a determinare la quantità di alcali effettivo che si trova nella potassa, ovvero nella soda di commercio, deducendola da quella di acido solforico di un peso specifico conosciuto che bisogna per saturare un dato peso di potassa in disamina.

Questo strumento è formato, come si vede nella *fig. 55*, da un tubo cilindrico di cristallo lungo 8 in 9 pollici, e

del diametro di 7 in 8 linee; chiuso nella parte inferiore, ed in quella superiore terminato da un piccolo imbuto A, fornito di una specie di becco, il cui collo deve essere del diametro almeno di 3 linee e mezzo. Nella parte superiore del suddetto imbuto vi è una piccola apertura in B, la quale serve a lasciare libero l'ingresso e l'uscita dell' aria.

L' *alcalimetro* deve contenere 38 grammi, ovvero 76 mezzi grammi del *liquido di prova*, il quale si compone con 1 parte di acido solforico a 66 gr. dell' areometro di Beaumé, e 9 parti di acqua, mescolati insieme. La scala nello strumento è divisa in 72 linee, e ciascuna di esse rappresenta mezzo gramma di questo liquido. La sua graduazione si fa nel modo seguente: si pesano prima due gramme di *liquido di prova*, e si mettono nell'*alcalimetro* situato in una posizione verticale, segnando con una punta di un diamante ove rimane il livello del liquido; quindi in una sola volta vi si versano altre 36 grammi di *liquido di prova*, segnando egualmente ove si arresta il liquido. Questi due punti si dividono in 72 parti, e i due estremi segnati col o, e 72, suddividonsi con numeri da quattro in quattro metà di grammi, come o, 4, 8, 12, ec.

Volendo poi adoperare questo strumento, si sciolgano nell' acqua 10 grammi di potassa di commercio, e si divida la soluzione in due porzioni eguali, cosicchè ciascuna contenga 5 grammi di alcali. Si metta una quantità della suddetta soluzione nell' *alcalimetro* sino che giunga al o, la quale sarà equivalente a 38 grammi del *liquido di prova*, che contiene 38 decigrammi di acido effettivo, e si finisce saturarla perfettamente col stesso *liquido di prova*. Supponendo che per tale saturazione si fossero impiegati grammi 27 $\frac{1}{2}$ del liquido indicato, l'alcali allora avrà neutralizzato $\frac{66}{100}$ del suo peso di acido solforico ec. Così potrà dirsi, che il contenuto di potassa nel liquido in esame, stà nella proporzione di 55 a 66.

Per la soda si procede nella stessa maniera.

L' alcalimetro descritto è meno esatto e più complicato che quello proposto dopo dal Dott. Ure. Questi partendo da un principio semplicissimo, cioè che 100 parti di car-

bonato di potassa pura equivalgono a circa 70 parti di acido solforico, potè procurarsi più facilmente un liquore alcalimetrico nel modo seguente: in un tubo graduato diviso in 100 parti eguali vi si mettono 70 grammi di questo acido e si finisce di riempiere con acqua pura il restante delle divisioni; fatto il mescuglio si avrà un liquore alcalimetrico, di cui, senza ricorrere ad alcun calcolo, ciascun gram. equivale esattamente ad un gramma di alcali effettivo che sarà contenuto nelle potasse da sottoporsi al saggio. E perciò, se 100 grammi di potassa ne domandano 50 ovvero 60 del liquore alcalimetrico, allora si dirà che sottoposta al saggio ne contiene 50 ovvero 60 di alcali reale, perchè ciascun gramma del liquore ne satura uno eguale al suo di alcali effettivo. Qui è anche supposto che debba adoperarsi tanto del liquore alcalimetrico sino che la saturazione dell' alcali sia completa, ricorrendo al tornasole o allo sciroppo di viole, come fa egualmente duopo eseguir per l'alcalimetro di Descroizilles.

Mezzo di trovare la capacità cubica di un vaso.

Il peso specifico costante di un volume di acqua distillata, paragonato a quello di un altro corpo sotto un determinato peso farà conoscere la capacità cubica di un vaso qualunque. Così essendo il gramma eguale ad un centimetro cubico di acqua pura, la quantità di liquido che un vaso può contenere, espressa in grammi, darà quella di tanti altri centimetri cubici. Un vaso che contiene 100 grammi di acqua p. e., si dice che la sua capacità è di 100 centimetri cubici; se 1000 grammi, di 1000 centimetri cubici, ec.

De' pesi più generalmente usati ne' principali luoghi di Europa

La libbra impiegata nelle farmacopee di Parigi pei solidi e pei liquidi, contiene once 16; l'oncia, = gram. 30, 5941, si divide in 8 grossi; il grosso = gram. 3, 8242, in 3 grammi; ed il gramma approssimativamente in 24 acini, i quali però rappresentano esattamente gram. 1, 2747.

Questa libbra equivale, per approssimazione, a 500 grammi, ed esattamente a 489, 5058.

Nel Collegio Reale de' Medici di Londra, si fa uso della libbra *Troy* pei solidi (*Troy* o *apothecary Weight.*) la quale contiene once 12; l'oncia 8 grossi; il grosso 3 scropoli, e lo scropolo 20 acini.

Allora questi verrebbero espressi in grani di Parigi.

La libra di *Troy*	=	7021	grani di Parigi.
L'oncia	=	785, 0833	
Il grosso di 60 grani......	=	73, 1351	
Lo scropolo di 20 grani ...	=	14, 3784	
Il grano................	=	1, 2189	

Pei liquidi poi, impiegano il *Congius*, il quale contiene 8 libbre; la pinta o libbra (*octarius*), si divide in 16 once; l'oncia in 8 grossi, il grosso in 3 scropoli.

Il Collegio di Londra adopera in generale le misure pei liquidi, e chiama l'oncia *fluiduncia* = 8 dram. di fluido; il grosso, *flui-drachma* = 60 gocce; e le gocce, *minima.*

La libbra medicinale di Nuremberg, in uso in tutta l'Alemagna, si divide in once 12, e l'oncia in 8 dramme = 24 scropoli = 480 grani di Nuremberg; i quali sono più deboli che i grani *troy*, presso a poco ne' rapporti di 15,444 (valore del gramma in grani *troy*), a 16, 091.

La libbra di Napoli contiene once 12; l'oncia 10 dramme; la dramma 30 scropoli, e lo scropolo 20 acini. Allora verrebbe espressa :

Libra (℔)	=	7200	grani di Napoli.
Oncia (℥)	=	600	
Dramma (ʒ)	=	60	
Scropolo (℈)	=	20	

Nel resto dell'Italia l'oncia si divide in 8 dramme; ma lo scropolo si valuta 24 grani, e perciò l'oncia è di 576 granelli.

Altri pesi e misure usati presso l'estero.

Pinta Inglese, è una libbra Inglese di 16 once.
Pinta Francese, è due libbre Francesi.
Gallone. Corrisponde al *Congius* Inglese, il quale contiene otto libbre di 16 once.
Litro. Equivale alla pinta Francese, ed a lib. 2, 114 di Londra.

Il litro, la cui capacità è uguale ad un decimetro cubico, contiene mille volte il peso di un centimetro cubico di acqua pura, cioè mille gramme, ossia un chilogramma, o due libre metriche. Quindi un mezzo litro contiene 500 gramme, o una libbra metrica; il quarto di litro 250 gramme, ossia 8 once; l'ottavo di litro 125 gramme cioè 4 once; il decilitro 100 gramme = 3 once, un grosso e 43 grani.

Queste misure di capacità pei liquidi non sono rigorosamente esatte perchè i liquidi hanno una densità diversa di quella dell'acqua distillata.

Pe' pesi decimali, i Francesi suddividono il gramma in decimali, e chiamano *deci-gramma*, la decima parte del gramma; *centi-gramma*, la centesima parte, e *milli-gramma*, la millesima parte del gramma.

Dalla gramma si monta al *chilo-gramma*, ossia mille grammi, facendo uso pure delle unità decimali, come *deca-gramma*, dieci gramme; *hecto-gramma*, cento gramme; *miria-gramma*, mille gramme.

Questi pesi rapportati alla *libbra*, *peso di marco*, in gramme, verranno espressi,

Acino	1	=	0, 0531, del gram., = a	Semi-deci-gramma
Acino	$\frac{1}{5}$	=	1	Centi-gramma
Acino	$\frac{1}{2}$	=	2 $\frac{1}{2}$	Centi-grammi
Acino	$\frac{1}{4}$	=	1 $\frac{1}{4}$	Centi-grammi
Acini	2	=	1	Deci-gramma
Acini	10	=	5	Deci-grammi
Acini	24	=	1, 2747	Gramma
Grosso	1	=	3, 8242	Grammi
Oncia	1	=	30, 5941	Deca-grammi
Libbra	1	=	489, 5058	Grammi ec.

Valore della misura del metro, espresso in moltiplicazioni decimali.

Il *Metro* è stato preso dagli astronomi come unità della diecimillionesima parte di 30784440 piedi di Parigi, che formano il quarto del meridiano; allora il *metro* corrisponde per approssimazione a 3 piedi, 11 line e $\frac{296}{1000}$ di linea.

Metro....................

Decimetro	= decima parte	del metro
Centimetro	= centesima parte	del metro
Millimetro	= millesima parte	del metro
Decametro	= dieci metri	
Ectometro	= cento metri	
Kilometro	= mille metri	
Miriametro	= diecimila metri.	

Il millimetro corrisponde ad $\frac{1}{2}$ di linea, e 27 millimetri formano un pollice.

Un piede vale in	Millimetri	Un piede vale in	Millimetri
Francia (antica misura)	324, 8394	Vienna........	316, 1023
Olanda............	283, 1066	Varsavia.......	356, 4212
Inghilterra.........	304, 7625	Venezia.......	347, 7588
Baviera............	291, 8593	Tirolo.........	314, 1109
Berlino............	313, 7502	Svezia.........	296, 8672
Boemia............	296, 4160	Russia.........	538, 2409
Bruxelles..........	291, 0020	Roma.........	223, 3282
Cracovia...........	356, 4211	Portogallo.....	338, 6000
Danimarca.........	313, 8536	Norimberga....	303, 8604
Dresda............	283, 1066	Moravia......	295, 9648
Spagna............	282, 6554	Lipsia.........	282, 6555
Firenze............	550, 6371	Amburgo......	286, 4903
Francforte sul Meno..	286, 4903	Zurigo.........	300, 9275

De' luti.

I luti sono miscugli di sostanze che servono a difendere alcuni utensili chimici dall'azione del fuoco, ed a chiudere le piccole commessure de' vasi.

Luto comune, o luto di argilla. Questo luto si forma mescolando una parte di argilla stemprata nell'acqua, e due di sabbia finissima. Se poi si richiedesse un luto infusibile a' nostri fuochi più elevati, si comporrà con due parti di quarzo pesto grossolanamente, ed una di argilla bianca stemprata con acqua. In vece di quarzo può usarsi la polvere de' mortai di argilla, ne' quali sia stato fuso il vetro nelle vetriere. Questo luto si applica su i tubi di ferro i quali debbono esporsi all'azione di un forte calore, che potrebbe produrre la fusione di siffatto metallo.

Luto di colla di amido, e farina di semi di lino. Si aggiunge tanta farina di semi di lino alla colla di amido, finchè acquista la consistenza del luto comune. Questo luto serve a chiudere le giunture de' vasi, e ad unire i sugheri forati coi tubi che si adattano alle bottiglie, per impedire che si disperda la sostanza gassosa che in esse debbe raccogliersi. È necessario qualche volta covrire questo luto con una pezzolina, che vi si adatta per mezzo di un filo grosso di canape.

Luto forte. Si forma coll'albume d'uovo, e calce caustica in polvere finissima, mescolandoli prontamente in un mortajo. Questo luto il quale indurisce in poco tempo, serve pure ad unire i pezzi de' vasi rotti; ma più sovente si applica nella superficie degli strati del luto precedente.

Luto grasso. Il luto grasso si ottiene mescolando argilla cotta in polvere ed olio di lino bollito sul litargirio. Ho osservato, che componendo questo luto coll'argilla comune ridotta in polvere sottilissima, ed olio di lino impastati insieme, ed esponendo la pasta per più giorni all'azione dell'aria, il luto diviene più duttile ed opportuno per adattarsi alle commessure de' vasi. È necessario però covrirne la sua superficie con uno strato di luto comune di argilla, o di farina di semi di lino ed amido.

Cemento che resiste all'acqua bollente ed alla pressione del vapore — Si compone con l'egual peso di litargirio, minio, e cerussa di piombo impastati con olio di lino cotto sul litargirio: si distende sopra un pezzo di flanella e si applica su le giunte ove il vapore potesse uscire ec.

Cemento per fissare il vetro sul legno. Si fa fondere una libbra di resina e vi si aggiugne per ispessirlo alquanto la polvere di scaglia o gesso calcinato, mescolandovi dopo esattamente un cucchiajo di olio di lino. Viene reputato il migliore cemento solido per le macchine elettriche, per le virole di ottone che si vogliono fissare su le campane ec.

Cemento per chiudere le fissure de'lastricati affinchè s'impedisca l'infiltrazione dell'acqua. Polvere di mattoni o di tegole ben cotte 93 parti; litargirio 7 p., olio di lino quanto basta per farne pasta alquanto molle. Si debbono umettare prima con acqua le fessure che si vogliono chiudere. Esso indurisce fortemente dopo 3 o 4 giorni, e può servire anche ad unire le pietre. Aggiugnendo a questa composizione 10 a 12 parti di limatura di ferro si avrà un migliore effetto.

SPIEGAZIONE

DI ALCUNE VOCI E SEGNI CHE SI TROVANO NELL' OPERA.

Si dice *figura* uno spazio chiuso da tutt' i lati per mezzo di *linee:* la più semplice di tutte è il *triangolo*, perchè avente tre soli angoli e tre lati, non potrebbe chiudersi uno spazio con minor numero di linee. Si chiama poi *triangolo rettangolo* quando uno de' suoi angoli è retto; *triangolo equilatero*, allorchè i tre lati sono eguali fra loro; *triangolo isoscele*, se due soli lati sono eguali, e *triangolo scaleno* quello che ha i tre lati disuguali.

Ogni *figura* che si compone di quattro lati si dice *quadrilatera*. Si chiama poi *quadrato* se ha tutti gli angoli dritti, ed i quattro lati eguali fra loro; *quadrato lungo* o *rettangolo*, se ha gli angoli dritti ed i soli lati opposti eguali; *rombo* allorchè ha tutt' i quattro lati eguali, due degli angoli acuti e due ottusi; *parallelogrammo*, il quadrilatero che ha i lati paralleli, e *trapezio* quando ha solamente due de' suoi lati paralleli.

Si dice in generale *poligono* una figura che ha più angoli e più lati: il triangolo è il più semplice de' poligoni.

Si chiama *solido* o *volume* uno spazio chiuso da tutti i lati per mezzo di piani. Il *tetraedro*, formato da quattro piani triangolari, è il più semplice de' solidi: l' etremità di una bajonetta tagliata traversalmente dà idea, sebbene grossolana, del tetraedro.

Si dice in generale *poliedro* ogni volume chiuso da piani, qualunque si fosse la figura ed il loro numero. Fra i poliedri si distingue il *prisma* formato solamente di parallelogrammi, o di parallelogrammi e di due poligoni di un numero qualunque di lati: un dado da gioco, una scatola quadrata danno un idea del prisma. Si distingue poi fra i prismi il *parallelepipedo*, che è formato di sei parallelogrammi solamente; e nei parallelepipedi si osserva

il *cubo*, di cui le sei facce sono quadrate: il dato da gioco dà la forma del cubo.

La *piramide* è un poliedro formato da un poligono qualunque, e di altrettanti piani triangolari per quanti lati ha il poligono; il punto ove tutt' i suoi piani triangolari si riuuiscono si dice *sommità della piramide;* il tetto di una torre che avesse 4,....8..... facce, e che si terminasse in un punto, darebbe l'esempio di una piramide: il tetraedro è il piu semplice di tutte le piramidi.

Il *cilindro* è uu solido formato da due piani circolari e da un parallelogramma avvolto intorno di questi due piani: un bastone, una torre rotonda, facendo astrazione del suo tetto, danno la forma di un cilindro.

La sfera è un solido formato da una superficie convessa, di cui tutti i punti sono egualmente lontani da un altro che dicesi *centro:* una palla da guerra, una biglia ec. rappresentano la sfera.

Il rapporto della massa al volume si dice *densità*; le densità di due corpi saranno eguali fra loro se de' volumi eguali di questi corpi hanno lo stesso peso; la densità di un corpo sarà il terzo, il quarto .... di quella di un altro corpo, quando a volumi eguali esso pesa 3, 4, ... volte meno che quest' ultimo. La *densità* vien detta anche *peso* o *gravità specifica* di un corpo.

Per dinotare che due numeri, valore o quantità sono eguali, si scriveranno su la stessa linea, separandoli col segno $=$, che significa *eguale;* così 6 eguale a 6 si scriverà $6 = 6$. Per indicare che una quantità deve essere aggiunta ad un altra si metterà fra di esse il segno $+$ che dinota *più:* per esempio $6 + 3 + 4$, vale 6 più 3 più 4; e se con questo mezzo volesse rapportarsi un addizione, allora dicendo $7 + 3 + 13 = 23$, si leggerebbe 7 più 3 più 13, eguale a 23, che è il prodotto delle cifre 7, 3, 13 sommate insieme.

Volendo dinotare che una quantità deve sottrarsi da un altra, dopo averle poste l'una dopo l'altra si separano col segno — che significa *meno:* così $6 - 2$, si legge 6 meno 2.

Il segno $\times$, indica *moltiplicato per* ...., così 6×3, vale 6 moltiplicato per 3.

Per esprimere che una quantità deve esser divisa per

un' altra, si scrive la prima sopra la seconda, separandole con una linea: così $\frac{6}{3}$ significa 6 diviso per 3; e la espressione $\frac{5 \times 4}{2}$ si legge 5 moltiplicato per 4 diviso per 2. Così nel corso dell' opera volendo esprimere la composizione di molti corpi useremo le espressioni di: Ossigeno 53 + Idrogeno 7 + carbonio 40 = 100; si leggerà: ossigeno 53, più idrogeno 7, più carbonio 40, eguale a 100.

Quando due quantità si separano con due punti, : questi dinotano *è a*; e :: punti posti fra quattro quantità, due però a sinistra e due a destra, significano *come*: così 2 : 4 :: 5 : 10, si legge: 2 è a 4 come 5 è a 10.

Il carattere ° posto verso l'alto ed a destra di un numero significa grado: così 20° 30° si legge 20 gradi, 30 gradi ec.

I segni ′, ″, ‴, ⁗, significano *minuti* secondo, terzo, quarto ec.

Kil. indica *chilogramma*; *gm.* dinota *gramma*, e *gr.* significa *granello*.

I punti ovvero gli esponenti posti sopra la lettera iniziale di un corpo semplice dinotano il numero degli atomi di questo corpo unito ad un altro; e se trovansi i punti sopra e gli esponenti a destra ovvero a sinistra, allora indicheranno quest'ultimi il numero degli atomi del composto. Così $\dot{F}\ddot{O}s$ $\dot{F}_2$ Os si legge: ferro 1 atomo, ossigeno 2 atomi, che è il deutossido di ferro; e se a sinistra della prima formola $\dot{F}\ddot{O}s$ si apponga l'esponente 1, 2, ovvero 3, come $3\dot{F}$ Os, dinota che il deutossido entra nella combinazione per tre atomi. Quando nelle lettere iniziali non vi sono nè punti nè esponenti i corpi vi sono sempre supposti per un atomo; così FOs vale lo stesso che $\dot{F}\ddot{O}s$ $\dot{F}$, Os ec.

TRATTATO ELEMENTARE
DI CHIMICA.

PARTE PRIMA.

CHIMICA INORGANICA.

CAPITOLO I.

DELL' ATTRAZIONE, DELLA GRAVITA' E DELLE AFFINITA' CHIMICHE GENERALMENTE CONSIDERATE.

1. La tendenza mutua che in molte circostanze mostrano i corpi a portarsi gli uni verso gli altri, senza che vi sia cagione esterna di questo sensibile movimento, fu detta dal Newton *attrazione*. Se questa si esercita a distanze insensibili, o fra le molecole de' corpi, prende il nome di *attrazione molecolare;* e quando agisce su le grandi masse e a distanze considerevoli, chiamasi *attrazione universale* o semplicemente *gravitazione*. In quest' ultimo caso la sua intensità è proporzionale alle masse, ed in ragione inversa del quadrato delle distanze.

Varie furono le opinioni de' fisici nell' ammettere l' attrazione come cagione de' fenomeni che ne derivano. Nelle azioni sottoposte alle leggi della meccanica ordinaria, i moti con cui i corpi sono sospinti gli uni verso gli altri, vengono prodotti da agenti conosciuti; ma nelle azioni

dipendenti dall'attrazione, l'agente è sempre invisibile, ed il solo fatto ne fa supporre l'esistenza. È perciò che il Newton, nello studiar le leggi dell'attrazione non dissimulò che il punto essenziale onde stabilirle non consisteva nel cercar la natura della causa motrice, ma invece doversi studiare la sua maniera di agire, e fissar così queste leggi dai fenomeni che regolano l'attrazione, facendole dopo servir come principii onde spicgar tutti gli altri fenomeni che fossero intimamente connessi con quelli già osservati. Lo stato però in che ora sono le conoscenze fisico-chimiche, permette considerar lo studio delle leggi di attrazione come dipendenti da tutt'altra cagione che quella sinora supposta; e pare che il rapporto così intimo fra le attrazioni elettriche colle attrazioni chimiche, non faccia più dubitare che la cagione dell'attrazione, creduta sinora ignota, non sia altra cosa che la *diversa polarità elettrica de' corpi*, da cui dipendono poi, come verrà comprovato nello studio del fluido elettrico, tutt' i fenomeni di attrazione sinora osservati.

Gravità e peso.

2. La *gravità*, riguardata prima come forza distinta, non è che la stessa gravitazione valutata ne'corpi che cadono su la terra (1). Una pietra gittata in alto cadrà quando cessa la forza che l'ha sospinta; effetto che devesi alla sua gravità. La velocità con cui un corpo cade su la terra non debbe attribuirsi al suo peso esclusivamente, e confondersi con questo; dappoichè i corpi tutti in un mezzo non resistente, cioè privo di aria, cadono con pari velocità. La gravità si misura dalla velocità che essa imprime in ciascuna molecola di un corpo, la quale è poi indipendente dal numero delle molecole; ed il peso di un corpo si deduce dallo sforzo che

(1) Un fenomeno tanto semplice imbarazzò non poco gli antichi filosofi; e Cartesio quando spiegò la caduta de'gravi, ammise dipender questa dal moto di una materia sottile, il vortice della quale aggirandosi intorno alla terra, perchè tutte le sue parti eran dotate di forza centrifuga, essendone allontanate obbligavano i corpi a muoversi dall'alto in basso in una direzione contraria a quella di questa forza. Una tale ipotesi, che fu creduta la più plausibile, cadde all'apparire della gravitazione newtoniana, e fu posta nell'obblio.

fa duopo per impedire che cada, sforzo che sarà più grande se maggiore è il numero delle sue molecole, comechè dotate della stessa velocità: dal che ne segue esser la vera espressione del *peso*, il prodotto della massa per la velocità; e quella della *gravità*, l' attrazione del corpo per la terra.

Il Galilei nel ricercar la legge dell' accelerazione de' gravi, avendo fatto cader dall' alto della torre di Pisa nello stesso tempo quattro piccole palle di corpi diversi, cioè di oro, di piombo, di avorio, e di sughero, ma di egual volume, si avvide che il ritardo della caduta dell' ultima palla non andava dovuto ad una differenza di azione nel peso de' corpi adoperati solamente, ma dipendere dalla resistenza dell'aria contenuta nel mezzo in cui aveva luogo il loro movimento; la quale sebbene fosse stata la stessa su tutte le parti, perchè di eguale superficie, pure essa produceva una più grande diminuzione di velocità ne' corpi leggieri, che cadono meno celeremente de' più pesanti, essendochè questi ultimi oppongono all' aria più resistenza che essa imprime loro. Di fatti in un mezzo non resistente, come sarebbe nel vôto boileano, il peso o la gravità imprime la stessa velocità a tutt' i corpi. Così p. e. facendo cadere nello stesso tempo dalla sommità di un tubo di vetro dell' altezza di 6 a 7 piedi, posto su di un piatto di una macchina peumatica e vôtato dopo di aria, de' pezzetti di piombo, di avorio, di sughero ec., essi cadranno tutti con pari velocità; ma se dopo si faccia rientrare l'aria nel tubo, e si ripeta lo sperimento, si vedrà cadere prima il piombo, poi l' avorio, ed in ultimo il sughero.

Nella spiegazione di questi ed altri fenomeni dipendenti dalla gravità, ed in particolare quelli che han rapporto con la caduta de' corpi in un mezzo resistente, come nell'aria, vi contribuisce anche la forma de' gravi; ma essendo tali questi obietti che più alla fisica si appartengono, sarà sufficiente avere esposti in una maniera generale quelli che hanno più influenza sulle affinità chimiche.

Attrazione molecolare.

3. Per dare una spiegazione plausibile de' fenomeni chimici, ed in particolare di quelli che riguardano la tendenza generale de' corpi alla combinazione, si è dovuto an-

che ammettere, come ne' fenomeni dipendenti dalla gravitazione, l' esistenza di una forza particolare, mediante la quale questi si attirano scambievolmente e si mantengono uniti sino a chè altra forza superiore non li disgiunga. Questa forza la quale altra cosa non è se non la stessa gravitazione, e che si crede ancora ignota, è quella che i chimici han chiamata *attrazione molecolare* o *atomica*. Essa è diversa dall'attrazione universale de'fisici, solo perchè quest' ultima è sempre proporzionale alle masse, ed agisce nella ragione inversa del quadrato delle distanze; avendo luogo la prima fra le molecole de' corpi a distanze insensibili, o nel punto del contatto.

4. Siccome i fenomeni dell' attrazione molecolare non sembrano conformi alla legge dell' attrazione universale, molti fra i fisici considerarono collo stesso Newton l' una come una forza dall' altra distinta (1). Fra le tante de-

(1) Ma vi furono di quelli che riguardarono i fenomeni dell' attrazione molecolare qual semplice modificazione della universale, ammettendo che la forza che manteneva gli astri nella loro orbita era la stessa di quella che determinava l' unione de' corpi. Così nell' atto che Buffon cercava trovar nella varia figura delle molecole l' argomento per provare il suo assunto, l'autore della meccanica celeste, La-Place, ammise che la densità di ciascuna molecola di un corpo, è di gran lunga maggiore della densità media del corpo medesimo. Altri fisici guidati da pure riflessioni matematiche, considerarono tutte le attrazioni che hanno luogo fra i corpi, o almeno quelle che sono permanenti, come dipendenti da una sola e stessa cagione, qualunque siasi, potendo essa dirigere ad un tempo il movimento de' corpi immensi che circolano nello spazio celeste, e quello delle particelle infinitamente piccole, che nelle operazioni chimiche sono trasportate da una combinazione all' altra. E finalmente, perchè altri fisici osservarono che la *gravitazione* agiva con una forza inversamente proporzianale al quadrato delle distanze, guidati anche da considerazioni matematiche, ne dedussero che l' attrazione molecolare doveva seguire la stessa legge. Ma quando la loro dottrina fu applicata a' corpi molto avvicinati, l' *adesione* che vi ebbe parte si trovò molto superiore a quella che si avrebbe potuto dedurre dalla legge applicata al centro di gravità; il che fece conchiudere, che l' attrazione molecolare era sottoposta ad una ragione più elevata, e probabilmente doveva considerarsi come proporzionale a' cubi delle distanze.

I fisici moderni poi, conoscendo che queste deduzioni erano troppo generali, e che per la maggior parte venivan tirate dall' avere ammessa la sfericità nelle molecole de' corpi, la quale dava luogo ad un contatto infinitamente piccolo, ne dedussero che qualora le molecole fossero state di figura diversa, la loro attrazione a piccole di-

duzioni che ne furono tirate, vi fu quella che venne reputata la più importante di tutte, cioè la *polarità* delle molecole, ossia la loro particolare disposizione nell' avvicinarsi a presentar se stesse le une alle altre sotto certe date facce, in cui i punti di contatto o di *adesione* sarebbero stati infinitamente maggiori di quelli supposti nelle molecole sferiche che si toccano molto meno delle molecole cubiche ec. Quelli poi che persistettero nell' ammettere che la figura delle molecole della materia fosse globosa, o che coteste particelle fossero dotate di sfera di attrazione e di ripulsione, ne dedussero per conseguenza la forma de' corpi, coll' ammettere un numero di primitive disposizioni dipendenti; sicchè quattro particelle possono comporre un *tetraedro*; cinque una *piramide tetraedra*; sei un *ottaedro*, o un *prisma tetraedro*, ed otto un *cubo*, ovvero un *romboide*.

5. L' attrazione molecolare potendo esercitarsi fra corpi della stessa natura, altrimenti detti *omogenei*, come acqua ed acqua, olio ed olio; e fra corpi di natura diversa, ovvero *eterogenei*, come zolfo e rame, oro e piombo ec., dicesi nel primo caso *coesione*, *o attrazione coesiva*, e nell' ultimo si chiama *affinità chimica*. L' attrazione totale poi che esercita un corpo sopra di un altro, debb' esser la somma delle attrazioni parziali delle molecole di cui son formati.

Coesione.

6. L' attrazione che si esercita fra le molecole integranti de' corpi, e che le mantiene più o meno avvicinate, senza punto cambiare i loro caratteri primitivi, dicesi *coesione*. Essa serba la forma de' solidi, dà a' liquidi la sfericità, ed è la causa prima della permanenza della forma

stanze non doveva seguire la legge della ragione inversa del quadrato delle distanze, calcolata da un punto qualunque preso per centro di gravità. Essi ammisero che tutte le molecole fossero sottoposte a questa legge, la quale doveva differire secondo le facce de' solidi che si presentavano le une alle altre, e le loro distanze rispettive, di maniera che le attrazioni di certe molecole che si sarebbero più avvicinate tra di loro, sarebbonsi maggiormente aumentate ancorchè la ragione delle forze agenti su le molecole le più lontane avesse potuto restare presso a poco la stessa.

della superficie terrestre. La sua intensità, valutata nei diversi stati sotto cui i corpi ci si presentano, è nella ragion diretta della densità di questi. Così essa è più forte nei solidi che ne' liquidi, ed è poco o nulla ne' fluidi aeriformi, le cui molecole si allontanerebbero senza limiti se venissero tolte dalla pressione atmosferica.

La coesione è non solo la cagione della *solubilità*, della *densità*, e dell' *insolubilità* de' corpi, ma essa è spesso di ostacolo all'affinità chimica; poichè oltre che si oppone alla forza *solvente* e *dissolvente*, cerca sovente di separare le molecole de' corpi tenute in soluzione, come accade nella *cristallizzazione*. Ecco la necessità di conoscere i mezzi proprii per diminuire la coesione de' corpi che si vogliono combinare fra loro. Essi sono *meccanici*, se consistono nella polverizzazione, o nella semplice divisione per mezzo delle lime; e si dicono chimici, se riguardano la *fusione*, la quale diminuisce la coesione de' corpi allontanandone le molecole mercè la forza *ripulsiva* del calorico. Così volendo sciogliere il sale di cucina nell' acqua, o pure unire il piombo allo stagno; nel primo caso la coesione del sale potrà diminuirsi col ridurlo in polvere, e nel secondo si scema quella de' due metalli, coll' operare la loro fusione.

Affinità chimica.

7. Quella forza mediante la quale le melecole de' corpi di natura diversa si uniscono fra loro, e persistono in questo stato di combinazione, dicesi *affinità chimica*. Essa differisce dalla coesione perchè non produce il solo accrescimento di massa, ma il resultamento è una vera combinazione chimica, in cui le proprietà de' componenti, almeno le più importanti, sono cambiate. Così l'acido solforico e la calce si distinguono per le loro proprietà caustiche e corrosive, ma dopo la loro combinazione, fino a che si ottiene il gesso, questo non presenta alcuno de'caratteri nè dell'acido nè della calce, poichè non ha sapore, ed è quasi insolubile. Considerando allora le molecole dell' acido e quelle della calce isolatamente, si avranno le molecole o atomi *costituenti*; e ciascuna di quelle del composto, cioè dello gesso, si chiamano molecole o atomi *integranti*.

L' affinità chimica ha per oggetto non solo la conoscenza della combinazione de' corpi, ma ancora quella che risguarda la loro separazione. E poichè lo scopo della chimica è appunto l' *analisi*, cioè la scomposizione, e la *sintesi*, ossia la combinazione de' corpi, così essendo esse dipendenti dall'affinità chimica, ne esporremo i fenomeni generali che ci presentano.

Fenomeni generali che presenta la sintesi, *come dipendenti dall' affinità chimica.*

8. Molti corpi si uniscono fra loro in tutte le proporzioni, come avviene se si mescolano acqua e potassa, acido solforico ed acqua ec. ed altri corpi non si combinano che in un piccol numero di *proporzioni fisse* o *definite*. Nel primo caso dicesi *mescuglio*, o semplicemente *soluzione*, e nel secondo *combinazione chimica*. La prima avviene a proporzioni arbitrarie, e la seconda a proporzioni fisse: sicchè se combinasi 1 atomo di A con 1 di B per avere il primo composto AB, bisognerà su la stessa quantità di A aggiugnere 2, 3 altri atomi di B se vogliasi il 2.°, il 3.° composto AB; proporzioni che saranno costanti, e ne' rapporti semplici de' pesi o de' volumi de' corpi, essendo però sempre più forte l'affinità nel 1.° atomo che negli altri (§. 20).

9. Il più delle volte la combinazione de' corpi non può aversi unendoli direttamente; ma bisogna ricorrere a' mezzi indiretti, cioè produrre la scomposizione del corpo, da cui si cerca separare uno de' suoi elementi che si vuole unire ad un altro col quale non mostra isolatamente alcuna chimica azione. Così malgrado che i due corpi semplici che compongono l' acido solforico, cioè l' ossigeno e lo zolfo, abbiano grande affinità fra loro, pure per quanto si cerchi combinarli direttamente, non si otterrà mai l'acido solforico; e così per molti altri simili esempi: e questa difficoltà che spesso incontrasi nella combinazione de' corpi inorganici, in quelli organizzati, cioè ne' vegetali e negli animali, non solo ha costantemente luogo, ma gli stessi mezzi indiretti non sono applicabili che ad un piccolissimo numero de' loro composti.

10. Nella chimica combinazione de' corpi, spesso si manifestano de' cangiamenti visibili non solo nelle pro-

prietà loro primitive, ma eziandio nella loro coesione. Così due liquidi possono produrre un solido (1); un solido ed un liquido, un composto aeriforme (2); e due corpi aeriformi somministrare un liquido (3).

Qualora nelle combinazioni vi ha cambiamento di coesione in un corpo, esso è quasi sempre seguito da quello di temperatura e dalla sua proprietà *solvente*, la quale viene spesso cambiata, come si osserva negli esempi citati; e questi fenomeni, che continuamente si presentano nella combinazione e nella reazione de' corpi, son quegli stessi che venivano prima studiati sotto il nome di *leggi delle affinità chimiche*. Essi sono compresi tutti nella definizione già data all' affinità, quella cioè *che il composto che resulta dall' unione di due o più corpi eterogenei, deve avere proprietà diverse da quelle de' principii che lo hanno formato*. Così le nuove proprietà acquistate, riducendosi alla *solubilità*, all' *insolubilità*, alla *densità*, ed all'abbassamento ed innalzamento di temperatura, son dessi i fenomeni generali che l'affinità deve presentarci, sia che avvenga combinando direttamente due o più corpi semplici (3), o che succeda indirettamente sui corpi composti (4); ovvero fra un corpo semplice ed un altro composto (2). Infatti, negli esempi citati, i fenomeni generali che l'affinità ci presenta sono: ora l'alterazione di uno de' corpi che entra nella combinazione, con abbassamento (5), ovvero innalzamento di temperatura (2); ora quella di ambedue i composti che reagiscono fra loro per formare due nuove combinazioni, come osservasi in tutti gli esempii di affinità doppia (§. 13.), ed ora senza che si produca scomposizione alcuna de' corpi che si combinano fra loro,

---

(1) — Acido solforico e soluzione concentrata d' idroclorato di calce. Si ha solfato di calce solido, ed acido idroclorico che si sviluppa per lo calore che si produce.

(2) Acido nitrico e limatura di rame. L'acido è in parte scomposto, ed il rame viene ossidato e sciolto nell' acido non scomposto, e svilupparsi molto gas deutossido d' azoto.

(3) Gas ossigeno e gas idrogeno, formano l' acqua.

(4) Acido solforico e calce, produrranno il solfato di calce.

(5) Sale ammoniaco e soluzione di potassa. Si scompone il primo, l' ammoniaca ne viene sviluppata, e si produce freddo.

siano semplici, come piombo e stagno, zolfo e rame; ovvero composti, come calce ed acido solforico ec.

Fenomeni generali che presenta l' analisi, mediante la preponderanza delle affinità chimiche.

11. La separazione degli elementi de' corpi può avvenire in due modi (6): o per mezzo di una *semplice attrazione*, o mercè quella che dicesi *affinità doppia o complessa*. La conoscenza de' diversi gradi di affinità con cui i corpi si combinano fra loro, e quella che risguarda la preponderanza di affinità che taluni corpi esercitano a preferenza sopra di altri, forma l' insieme de' fenomeni più importanti che ci presenta l'analisi chimica. Così p. e. il corpo A può combinarsi successivamente con B, con C con D, con E ec. per formare i composti AB, AC, AD, AE. Lo stesso corpo A può avere più affinità per B che per C; più per C che per D, e più per D che per E. Allora, avendo A più forte affinità per B, che per gli altri corpi indicati, ne segue che nè C, nè D, nè E potranno separare A da B. Ma se invece si volesse separare A da E, con cui si sa che vi ha la più debole affinità; allora ciascuno de' corpi B, C, D, presi isolatamente potranno produrre l' effetto.

In questo ed altri esempi di simil fatta si scorge che il corpo C invece di combinarsi con B si unisce con A, osservazione che indusse Bergman ad ammettere un *affinità elettiva*, come se il corpo agente fosse atto scegliere uno a preferenza di un altro. Ma quante volte si riflettesse che la separazione degli elementi de'corpi tutta dipende da una più *forte affinità*, o ciò che varrebbe, lo stesso riguardato l' elettricismo qual cagione de'fenomeni dell' affinità, per una più grande *polarità elettrica* ne' due corpi che si combinano, svanirebbe ogni dottrina per le volute *affinità elettive*.

(6) Quì non faremo ancora parola dell'altro mezzo generale di analisi mediante le attrazioni elettriche, dovendo più estesamente di esso occuparci nel trattato dell'elettricismo. Terremo però come certo, che la cagione de' fenomeni tutti dipendenti da separazione o combinazione degli elementi primitivi di un composto qualunque sia la elettricità, la quale pare che ora debba rappresentare l' attrazione generale.

12. Ma v'ha de'casi ne'quali volendo scomporre un corpo, i cui elementi che lo compongono hanno fra loro la più forte affinità, come lo abbiamo osservato nell' esempio precedente fra i corpi A e B, l'effetto non potrebbe ottenersi mediante una semplice attrazione, ma bisognerà crescerne la somma per superare quella che mantiene uniti i corpi che si vogliono separare. Così p. e. avendo l' acido solforico la più forte affinità per la barite, qualunque altro corpo si presenti isolatamente a questo composto, non se ne otterrà mai la scomposizione; ma se si adopera il carbonato di potassa, che contiene altri due corpi i quali esercitano, uno affinità per l' acido solforico, e l' altro per la barite, si avrà la loro reciproca scomposizione, e quindi si otterranno due nuovi composti (§. 20).

13. Ma affinchè l' effetto che produce l' affinità doppia sia più intelligibile, valutaremo la forza di attrazione di ciascun corpo che entra in azione, per mezzo di lettere e di numeri. Allora A rappresenterà l' acido solforico, B la barite, ed AB il solfato di barite; C indicherà la potassa, D l' acido carbonico, e CD il carbonato di potassa. Supponghiamo ora che A sia unito a B con 16 gradi di affinità, e che C ne abbia per A 10 e D per B 7. In questo caso, se si fa agire C isolatamente sul composto AB, la sua attrazione di 10 gradi per A, non potrà superare quella di 16 con cui A sta unito a B; ma se vi si aggiunga il corpo D che ha 7 gradi di affinità per B, allora questi sommati co' 10 di C per A, daranno per totale 17, i quali perchè maggiori di 16, con cui A era prima unito a B, ne avverrà la sua scomposizione: A si unirà con C, e B con D per formare i due nuovi composti AC e BD.

Ciò premesso, sia che la separazione de'corpi avvenga mediante la preponderanza di una semplice attrazione, come abbiamo esposto nel primo esempio, (§. 11); ovvero che si produca mercè la doppia affinità, indicata nel-l'altro esemp. precedente, essa ci dà in complesso fenomeni i quali considerati in una maniera generale, possono ridursi a' seguenti: 1.° che nella semplice scomposizione del composto AB per mezzo di C, o il nuovo composto AC è solubi-

le, quello isolato, cioè B, sarà volatile (1); o è insolubile, ed allora l'altro potrà essere solubile (2), o volatile (3). Nella doppia affinità poi si osserva quasi generalmente, che se uno de' nuovi composti sarà solubile; l'altro dovrà essere insolubile e viceversa, poichè non vi ha che qualche esempio in cui accade che uno de' nuovi composti sia volatile (4), e l'altro solido; in questo caso però il solvente de' corpi dev' essere il calorico.

Delle cagioni che possono modificare l' affinità chimica.

14. Fra le diverse cagioni, quelle che hanno più influenza nell' azione delle affinità, si riducono alla *pressione*, alla *temperatura*, ed alle *masse* (5).

Influenza della pressione. Siccome la pressione avvicina le molecole de' corpi, così in molte circostanze, come soprattutto nella combinazione e nella soluzione de' gas, essa può essere utilmente applicata. Il contrario poi accade quando la pressione è molto forte, perchè allora essa impedisce assolutamente la scomposizione di alcuni corpi, o ne arresta l' azione. Così p. e. il marmo arroventato in vasi aperti si scompone e si ha calce e gas carbonico; ma se invece se ne riempia un tubo di ferro e si chiuda esattamente ne' due estremi, per quanto si riscaldi fortemente, il marmo non verrà mai scomposto. Lo stesso può ottenersi anche in altro modo, cioè mettendo lo stesso marmo in polvere in una bottiglia di vetro alquanto spessa e piena per metà di acqua, aggiungendovi

---

(1) Idroclorato di ammoniaca e potassa. Si otterrà idroclorato di potassa solubile, ed ammoniaca che si volatilizza.

(2) Nitrato di barite ed acido solforico. Si forma solfato di barite insolubile e l' acido nitrico resta sciolto nell' acqua.

(3) Idroclorato di calce ed acido solforico. Si avrà solfato di calce insolubile, ed acido idroclorico che in forma di gas ne sarà separato.

(4) Il marmo ed il sale ammoniaco, scomposti col calore, daranno il sotto-carbonato di ammoniaca che è volatile, e l' idro-clorato di calce che è solido.

(5) Per ciò che riguarda l' influenza della coesione, è stata esposta al § 6; e dell' influenza dello stato elettrico de' corpi, ne sarà fatto parola nel trattato sull' elettricismo, e propriamente delle attrazioni elettriche, e dello stato elettrico de' corpi.

dopo un poco di acido solforico, e chiudendone subito ermeticamente il suo orificio con un sughero : appena che l'acido comincerà ad agire sul marmo, si manifesta una viva effervescenza ; ma questa verrà arrestata poco dopo chiusa la bottiglia , perchè il primo gas che si sviluppa , fa una pressione sì forte sul liquido da rendere nulla l'ulteriore azione dell'acido sul marmo. Frattanto se tolgasi il turaccio dalla bottiglia, il primo gas compresso ne uscirà con iscoppio e sì rapidamente da far versare il liquido fuori, se la bottiglia fosse piena pe' due terzi, e la scomposizione del marmo si riprodurrà come prima e con grande energia.

15. *Influenza della temperatura.* Molti corpi per combinarsi domandano un aumento di temperatura (1), il più delle volte proporzionato al loro grado di fusione, come accade allorchè voglionsi combinare i metalli, o altri solidi fra loro. Al contrario poi, altri corpi sono scomposti dal calore, perchè questo allontanandone le molecole ne diminuisce la loro attrazione (2). Così volendo sciogliere maggior quantità di un gas nell' acqua, è necessario che questo liquido si raffreddi prima sino ad un certo punto, perchè al calore dell'ebollizione non solo l'acqua non può assorbire la maggior parte de'gas, ma se trovavasi prima satura di uno di essi, a quella temperatura il gas ne viene facilmente volatilizzato. Questo effetto che si produce col calore si ha in molti casi anche coll' abbassamento di temperatura, poichè si osserva sovente, che un acqua satura di una sostanza gassosa, ne rimane priva, quando si fa solamente congelare. Ecco la necessità di conoscere l' influenza che può esercitare la temperatura nella combinazione, o nella separazione dei corpi.

16. *Influenza delle masse.* (3) Berthollet, a cui son do-

(1) Esemp. l' ossigeno non si combina all' idrogeno per formar l'acqua se non se quando si aumenta la temperatura nel miscuglio.

(2) Il precipitato rosso riscaldato fortemente, sviluppa tutto l'ossigeno e si riduce in mercurio metallico.

(3) Quì s' intende parlare d'influenza delle masse nelle combinazioni a proporzioni definite o fisse.

vute le prime idee distinte sulle relazioni delle forze d'attrazione colla quantità di materia, ha cercato provare con una serie di sperimenti che queste relazioni sono universali, e che oltre il doversi considerare la forza de' corpi che debbonsi combinare come dipendente dalle loro attrazioni relative, è duopo ancora ammettere che in tutt' i casi di *scomposizione* in cui due corpi agiscono sopra un altro corpo, questo sarà diviso tra i due altri in ragione delle loro affinità relative, e delle quantità delle masse. Così nelle attrazioni elettive, la forza che si esercita, non è solamente in ragione della loro affinità, ma nella ragion composta della forza di affinità e della quantità dell' agente; di maniera che la quantità può supplire alla debolezza dell' affinità. La denominazione di *affinità elettiva*, dice egli, è erronea, giacchè suppone l' unione in totalità di una sostanza con un altra di preferenza ad una terza; quandochè in questi casi vi ha solo una divisione di azione, sottoposta ad altre condizioni chimiche, come alla preponderanza dell' affinità, o all' influenza della quantità del corpo agente. Così un acido che ha per una base un' affinità più debole che quella di un altro acido a cui si trova unita, impiegato in quantità convenevole, potrà togliere una parte della sudetta base all' acido, col quale era unito con un affinità superiore alla sua; di modo che la base si troverà divisa fra i due acidi nella ragion composta della loro affinità non che della quautità.

17. Ma un gran numero di fatti che Berthollet rapporta in comprovamento di questa sua dottrina, e che oggi non reggono a' sani principii stabiliti da Gellert, Bergman, Lesage e Limbourg, sul modo con cui si combinano gli elementi de' corpi, sono stati abilmente combattuti con ragionamenti più decisivi da Davy, il quale ha confermate le affinità doppie, come Pfaff erasi prima impegnato a sostenerle. Ed infatti, se la dottrina della *preponderanza delle masse* fosse esatta, non potrebbero esservi *proporzioni definite*, ed i corpi dovrebbero combinarsi in tutte proporzioni, di modo che un sale che si obbligherebbe cristallizzare in una soluzione alcalina, dovrebb' essere alcalino; in una più debole,

la sua alcalinità essere minore, e divenire acido in una soluzione acida, ciò che non si avvera poi col fatto. Lo stesso ancora non osservasi nella combinazione dei corpi gassosi, ancorchè le loro molecole avessero una intera libertà di muoversi, e per conseguenza di combinarsi; cosicchè invece di combinarsi in proporzioni svariate, al contrario queste sono sempre definite ed invariabili; ed in tutt' i solidi che sono stati bene esaminati, ne' quali non possono esservi miscugli meccanici, e soprattutto ne' sali, la stessa legge sembra avverarsi.

18. Si osserva intanto negli esempi addotti dal Bertollet co'quali si volle confutare le affinità doppie elettive, che realmente il fatto sembra coincidere colla dottrina da lui stabilita. Ma quando si riflette, che alcuni di essi solo apparentemente mostrano che l' influenza della massa avesse supplito alla preponderanza di affinità; ed altri, ne' quali egli supponeva essere in azione tre corpi solamente, quando poi ve ne erano quattro, che son quelli che si domandano per l'affinità doppia, si conoscerà subito la cagione che aveva dato luogo a queste anomalie.

Il primo di questi fatti, che divenne fondamentale alla dottrina del Berthollet, fu quello osservato da Bergman. Avendo questi fatto agire l' acido nitrico sopra una soluzione di solfato di potassa, ottenne un poco di nitro, il che era in opposizione coll' affinità più forte che erasi attribuita all' acidio solforico colla potassa. Ma quando fu osservato che l'acido solforico tende a combinarsi alla potassa in due diverse proporzioni definite, formando con una il solfato neutro e con due il solfato acido, si trovò subito la spiegazione della sua scomposizione coll' acido nitrico: e di fatti questo toglie al solfato neutro impiegato nello sperimento una sola proporzione di potassa per formare il nitro, nell' atto che l' altra proporzione di potassa rimane combinata a due proporzioni di acido, cioè allo stato di solfato acido. E se dopo vi si farà agire più acido nitrico, questo non potrà separare altra potassa dal solfato acido che si è formato nella prima reazione.

L'altro fatto rapportato dal Berthollet è, che una quantità di potassa può separare una piccola porzione

di acido solforico dal solfato di barite, malgrado che questa abbia per l' acido la più forte affinità. Ma come fa osservare Davy, lo sperimento suddetto essendo stato eseguito in contatto dell' aria atmosferica nella quale trovasi sempre l' acido carbonico; allora la potassa combinandosi a quest' acido, agiva sul solfato di barite allo stato di carbonato di potassa, ed in questo caso la separazione dell'acido solforico avveniva mediante la doppia affinità, e non per la preponderanza della massa. E se anche voglia considerarsi che la potassa allo stato isolato potesse scomporre il solfato di barite per la sua quantità agente, allora dovrebbe ammettersi la spiegazione data per l' esempio precedente dell' acido nitrico, e supporsi che togliendo la potassa dal solfato di barite una proporzione di acido, lo cambierebbe in solfato basico, in cui si conterrebbe una proporzione dippiù di barite; lo che poi non ha realmente luogo, giacchè nello sperimento citato dal Berthollet, la barite separata dell'acido solforico per mezzo della potassa, trovasi sempre allo stato di carbonato basico.

19. V' hanno ancora altri casi ne' quali la preponderanza delle masse produce ancora cambiamenti tali da far supporre vera la sua influenza nelle combinazioni più forti, che vengono separate da sostanze le quali ancorchè v' abbiano affinità più debboli, esse vi agiscono per la loro quantità. In queste circostanze però, la cagione che produce tali cambiamenti è tutt' altra di quella che ha rapporto colla dottrina delle masse. Così p. e. l' ossido di rame ha più affinità per l' acido solforico che per l' ammoniaca, e questa ha più affinità dell' ossido per lo stesso acido. Ora se in una combinazione di quest'acido coll' ossido di rame si cominci a versare l'ammoniaca, questa mostrerà sulle prime chiaramente la preponderanza di affinità per l' acido, perchè l' ossido si vedrà separare e precipitarsi in fondo del liquido: ma quando sarà cessata l' azione decomponente dell' ammoniaca, se di essa si aggiunga maggior quantità, l' ossido separato verrà sciolto, e parrà che la massa abbia influito alla sua combinazione coll'ammoniaca, quandochè è la combinazione tripla di acido, di ossido e di ammoniaca che ne produsse

l'effetto. Le stesse ragioni possono addursi per gli altri esempi analoghi citati dallo stesso Bertollet in appoggio alla sua dottrina, che per brevità tralascio di enumerare. (1).

Dopo ciò, anche l'ultimo esempio non può allegarsi in appoggio alla dottrina delle masse, giacchè, malgrado che si conosca che l'ammoniaca abbia minore affinità per l'ossido che per l'acido, e si vegga che adoperandone una quantità più grande si combina all' ossido, ciò accade perchè l'ammoniaca dopo di essersi combinata nella sua proporzione *definita* coll' acido, ed averne isolato l'ossido, trovandovisi in eccesso attaccherà quest' ultimo perchè lo trova isolato, e non già per una preponderanza di massa, come a prima vista sembrava da ciò derivare la sua combinazione col suddetto ossido.

20. Vi ha però de'casi in cui la dottrina dell' influenza delle masse può avere un' applicazione più importante, ma diversa da quella attribuitali dal Berthollet. Così quando 1 at. di A si combina con 1, 2, 3, 4 at. di B, l'affinità massima fra A e B sta nel 1 at. di ciascuno de'corpi AB, e per separarsi A da B fa duopo che il corpo agente abbia con A un affinità tale da toglierlo compiutamente al corpo B. Se poi osservasi che quantunque il corpo agente non abbia questa più forte affinità, e scomponga nondimeno il composto AB, ciò va dovuto alla separazione degli atomi aggiunti al primo: di fatti osservando dopo il composto AB si troverà che la sua scomposizione è stata parziale, e per quanto si aggiungesse del corpo agente, non si avrà più separata altra quantità di A dal composto AB; il chè comprova la legge della preponderanza delle affinità ne' primi atomi delle chimiche combinazioni. Con ciò ora esattamente si spiegano non solo i fatti addotti per distruggere le affinità doppie, ma tutti quelli ne' quali le scomposizioni non sono compiute, sivvero parziali; derivando le prime da vera preponderanza di affinità del corpo agente, e le ultime da

(1) Lo stesso composto potrebbe considerarsi come formato dal solfato di ammoniaca e dall' ammoniuro di rame, ambedue solubili.

maggiore affinità fra gli elementi del composto che del corpo con cui si vuole operar la sua scomposizione.

L' esposto sulle affinità chimiche, è il modo con cui le leggi stabilite hanno il più generalmente luogo. Ma noi conosceremo in seguito come tutte le scomposizioni non che molte combinazioni de' corpi formati di più elementi possono operarsi mercè *le intensità elettriche*; e come quelle che si hanno co' mezzi già esposti e senza il concorso di apparecchi elettrici, avvengono per le stesse forze elettriche, le quali agiscono secondo lo stato elettrico de'corpi che si mettono in azione fra loro. Ma tali dottrine richieggono altre conoscenze che ritraggonsi particolarmente dall' *elettricismo*, dalla *teorica atomica*, *o daltoniana*; e dal sistema delle *proporzioni definite* e degli *equivalenti chimici*.



DE' FLUIDI IMPONDERABILI.

CAPITOLO II.

PRIMA DIVISIONE DE' CORPI SEMPLICI INORGANICI.

De' corpi semplici imponderabili.

21. Si è convenuto chiamar *semplici imponderabili* il *calorico*, il *fluido luminoso*, il *fluido elettrico*, ed il *fluido magnetico*.

Essendosi considerato il peso come una delle proprietà generali della materia, ha fatto dividere i filosofi in varie opinioni circa l' esistenza di questi quattro fluidi. La facilità intanto colla quale tali fluidi passano attraverso i corpi, ciò che rende impossibile contenerli allo stato libero, la loro estrema leggerezza inestimabile alle più sensibili bilance che si conoscono, e la mancanza di mezzi più esatti, saranno sempre degli ostacoli insormontabili onde ammetterne la materialità, derivandola, come gli altri corpi, dal peso (1). Ma se l'essenza della causa è an-

(1) Sebbene molti fisici abbiano intrapresi delicati sperimenti onde provare p. e. il peso nella materia del calore, pure se si paragoni questa ad altri corpi ponderabili sommamente volatili, come soprattutto alle sostanze aromatiche, si troverà che esse in alcune circostanze si rendono anche imponderabili. È ben noto p. e. che un granello della sostanza conosciuta col nome di muschio può comunicare il suo odore ad una gran massa di aria, senza che si diminuisca sensibilmente il suo proprio peso, nè si anmenti quello dell' aria, da rimuovere le migliori bilance finora costrutte. A questi fatti possono rapportarsi gli sperimenti del Conte Rumford, il quale malgrado che avesse prima raffreddata in un forte miscuglio frigorifico una sfera di oro, e che l' avesse dopo riscaldata quasi fino a farla fondere, non potè trovare ne' due sperimenti alcuna differenza di peso nella stessa sfera, ancorchè si fosse servito di una bilancia sensibile ad una millesima par-

cora un mistero, molte delle proprietà e dei loro effetti sono state provate, ed abilmente applicate a' progressi della scienza ed a' bisogni della vita. Sicchè noi studiandone le proprietà da' loro effetti, conosceremo questi quattro fluidi, *come cagione de' fenomeni che ci presentano.*

SEZIONE PRIMA.

Del Calorico.

22. Il *calorico* considerato come il principio del *fuoco*, è la causa che produce in noi la sensazione del calore, ed è l'agente il più energico impiegato nella natura e nelle arti. Esso ammesso ipoteticamente come fluido, è di una tenuità estrema; dilata più o meno i corpi, perchè le sue particelle son dotate di potere *ripulsivo* definito, e per la sua distribuzione in proporzioni diverse fra le molecole della materia ponderabile, ne modifica la coesione, al che dobbiamo la densità diversa sotto cui si presentano i corpi, cioè ora *solidi*, ora *liquidi* ed ora *gassosi*, o *aeriformi.*

Natura del Calorico.

23. La maggior parte de' Filosofi mette in dubbio l'esistenza di una *materia calorifica* isolata. Alcuni han cercato di provare che i fenomeni prodotti dal calorico non debbono attribuirsi ad una materia reale calorifica, ma piuttosto ripetersi da un movimento vibratorio o intestino delle molecole della materia ordinaria (1).

te di gramma. Ma se il Rumford avesse riflettuto che le bilance caricate di molto peso diminuiscono nella sensibilità, e che lo stesso era riscaldare una palla di oro di un gram. che un' altra di 100 libbre, non si sarebbe sorpreso se i resultamenti riuscirono negativi. Lo stesso dicasi per coloro che han cercato dedurre il peso del calorico dal mescuglio di acqua ed acido solforico. La temp. di una palla di oro e di gran lunga superiore a quella di un simil volume del mescuglio indicato.

(1) Il partigiano più distinto di questa opinione de' tempi moderni è stato il celebre Davy. Egli dice che per spiegare tutt' i fenomeni del calore, può supporsi che ne' corpi solidi le particelle della materia si trovano in uno stato di continuo movimento vibratorio; che quelle dei corpi più caldi però si muovono con maggiore celerità ed attraverso

Altri poi han considerato il calorico come un fluido generalmente sparso nella natura, le cui molecole si muovono in tutt' i sensi indifferentemente; molto sottile, invisibile, eminentemente elastico, che tende a distribuirsi egualmente in tutt' i corpi, combinandosi con essi in proporzioni differenti per portarli alla stessa *temperatura*. E finalmente, quelli che han voluto dedurre alcuni argomenti in favore dell' esistenza di un fluido specifico nel calore, dall' osservare che questo si comunica a' corpi anche nel vôto, non avran forse riflettuto che la fisica sperimentale non possiede ancora verun mezzo esatto da produrre il vôto assoluto; e lo stesso vôto detto Torricelliano, che si crede tale, deve contenere della materia elastica.

24. Lo stato de' corpi tutti dipende dalle due grandi forze conosciute, cioè l' attrazione e la ripulsione, più la pressione atmosferica. Infatti, l' attrazione tende ad avvicinare le molecole de' corpi, e la forza ripulsiva del calorico cerca di allontanarle; senza quest' ultima i corpi sarebbero tutti solidi, e privi dell' attrazione e dalla pressione atmosferica le di loro particelle si allontanerebbero indefinitamente. Da ciò ne siegue, che quando prevale l' attrazione essi sono solidi, e sono allo stato di gas allorchè predomina il calorico. Lo stato liquido poi sembra essere il punto di equilibrio fra queste due grandi potenze.

---

spazi più grandi; che ne' liquidi e ne' fluidi elastici, oltre il movimento vibratorio, che deve esser considerato come il più grande in questi ultimi corpi, le molecole hanno un movimento intorno il loro proprio asse, con de' gradi differenti di velocità; che le molecole de' fluidi elastici si muovono colla più grande velocità; e che ne' fluidi eterei le particelle si muovano parimenti attorno il loro proprio asse e separatamente le une dalle altre in linea retta attraverso lo spazio. Si può ritenere che la temperatura dipenda dalla celerità delle vibrazioni, e l' accrescimento di capacità, dal movimento che si eseguisce in un più grande spazio. Così la diminuzione della temperatura nella conversione de' solidi in liquidi o in gas, si può spiegare dietro l' idea della perdita del movimento vibratorio prodotta dalla rivoluzione delle particelle attorno i loro assi, al momento in cui il corpo diviene liquido o aeriforme; ovvero dietro l' idea delle perdita di celerità nelle vibrazioni in conseguenza del movimento della particelle ne' spazii più grandi.

De' raggi calorifici.

25. Allorchè il calorico è libero, si emana da' corpi, come la luce, in forma di raggi; e poichè esso tende incessantemente all'equilibrio, il suo raggiamento non ha luogo che fra i corpi differentemente riscaldati, di maniera che quelli che sono più caldi raggiano maggior quantità di calorico di quello che ricevono, e ciò sino a che l'equilibrio non avrà avuto luogo, o che dopo qualche tempo sì gli uni che gli altri segnaranno al termometro la stessa temperatura.

La quantità di *calorico raggiante* che cade su di un corpo non è tutta assorbita, perchè una parte ne viene riflessa sotto un angolo eguale a quello della sua incidenza; e se esso proviene da corpi in combustione, presenta fenomeni presso a poco simili, per rapporto alla *rifrazione* e *riflessione*, a quelli prodotti da'raggi della luce.

26. La scoperta de' raggi calorifici va dovuta al celebre Herschell, il quale occupato ad osservare il sole con diversi teloscopi, in cui metteva de' vetri diversamente colorati ad oggetto di non essere offeso nella vista da'raggi di quell'astro; si avvide che taluni di questi, il cui colore era molto intenso per intercettare la luce, facilmente si rompevano, ed altri non erano affatto alterati; dal che conchiuse avvenir ciò per non esser tutt' i raggi colorati dotati dello stesso potere riscaldante. Avendo quindi fatto cadere separatamente ciascun raggio su la palla di un sensibilissimo termometro ad aria, conobbe che i raggi meno refrangibili riscaldano dippiù, e che tale proprietà diminuisce a misura che aumentasi la loro rinfrangibilità. Infatti il raggio rosso che occupa una delle estremità dello spettro, e che è il meno rinfrangibile, riscalda più, ed il violetto che occupa l'altro estremo, e che è il più rifrangibile, riscalda meno. Herschell conobbe similmente che il potere riscaldante dei raggi violetto, verde e rosso, erano ne' rapporti seguenti: violetto = 16; verde = 22; rosso = 55. Egli, dietro una serie di altri ingegnosi sperimenti, confirmati dopo da E. Englefield (1), si avvide che anche al di là ove finiva

(1) Journal de l'Institution royale t. 202.

l'immagine colorata dello spettro, a partire dal raggio violetto che termina una delle sue parti, sino al raggio rosso che trovasi nell' altra estremità, l' innalzamento di temperatura in quest'ultimo avveniva con maggiore energia; e che nella distanza poi di 13 millimetri fuori l'estremità limitata del raggio rosso, l' effetto non aveva più luogo.

27. Ma quel che sorprese maggiormente Herschell, si fu il potere diverso de' raggi dello spettro relativamente alla loro forza *illuminante*, ed alla facoltà di riscaldare; e quindi ne dedusse, che de' raggi emanati dal sole, vi ha di quelli che riscaldano senza produrre molta luce, ed altri che illuminano gli oggetti, innalzandone pochissimo la temperatura.

28. Schéele il primo separò questi raggi per mezzo di due specchi, uno di cristallo e l' altro di metallo, esponendoli all' azione del fuoco. Egli fece con ciò osservare, che il primo riflette i raggi della luce e non già quelli del calorico, perchè si riscalda; e che l' altro li riflette ambedue senza punto alterarsi la sua temperatura. Si può ciò anche provare frapponendo una larga lamina di cristallo fra la brace accesa ed il volto, chè così intercettato il suo potere riscaldante mancherà sulla faccia la sensazione del calore, mentre lo splendore del fuoco si osserva nello stesso modo. Il cristallo dunque lascia passare i raggi della luce e ritiene quelli del calorico.

Da questi primi fatti potè dedursi facilmente che i raggi del calorico sien differenti da quelli della luce, e gli sperimenti del celebre Pictet aggiunsero dopo una pruova maggiore su questo importante argomento.

Per eseguir tali sperimenti, si mettano in corrispondenza due specchi concavi parabolici, come quelli della fig. 56, AA', in modo che le loro parti concave si riguardino, ed i loro assi A A' si confondano. Si metta dopo un corpo caldo al foco E dello specchio A, e si situi al foco E' dell' altro specchio A' la palla di un *termometro differenziale*, trovandosi l'altra palla E'', come lo indica la stessa figura, interposta fra E ed E'. Essendo le cose così disposte, se suppongasi che il corpo caldo sia una massa di ferro avente una temperatura molto eleva-

ta, la palla E' potrà essere riscaldata più fortemente dell'altra E", nei rapporti di 8 gradi centigradi ad 1; e se in vece di palla di ferro si mettessero de' carboni accesi nella rete metallica E, la temperatura al foco dell' altro specchio s' innalzerà a tal punto da infiammare l'esca, lo zolzo, la polvere da cannone ec.

Affinchè non possa sospettarsi che l' effetto della dilatazione dell' aria nel termoscopio sia cagionato dal calore che direttamente si emana dal corpo riscaldato, lo sperimento potrà farsi situando un altro simile termometro più vicino al corpo caldo: l' effetto sarà visibile in quello situato al fuoco dello specchio, mentre nell' altro la temperatura verrà poco o nulla innalzata.

29. Si spiegano dopo ciò questi fenomeni, supponendo che il corpo caldo posto nel fuoco dello specchio A manda da tutte le parti de' raggi calorifici, egualmente che un corpo luminoso invia de' raggi di luce da tutte le direzioni; allora una gran parte di essi cadendo divergenti sulla superficie polita dello specchio A, questo in virtù della sua figura curva, li riflette parallelamente al suo proprio asse, e quindi arrivati alla superficie del secondo specchio, ivi la stessa curva li fa tutti convergere in un sol punto E'. Dopo ciò si comprende facilmente che questo punto, che dicesi *fuoco* dello specchio, ricevendo più raggi, che gli altri punti di mezzo, deve avere una temperatura più elevata.

In effetti se si consideri un sol raggio EQ, e per lo punto ove esso cade sullo specchio si dirigga una tangente SF, l' angolo d' incidenza EQF sarà eguale all' angolo di riflessione SQR; ed il raggio QR riflesso parallelamente all' asse comune degli specchi, arriverà sulla superficie del secondo specchio, ove sarà riflesso secondo la stessa legge, e passerà in E': or qualunque raggio che sarà lanciato dal fuoco E sopra un punto qualunque della superficie dello specchio A, arriverà al secondo specchio A' parallelamente all'asse, e la seconda riflessione lo farà passare per lo punto E'; dal che ne segue, che questo secondo foco riceverà più raggi di calorico della maggior parte degli altri punti di mezzo.

Influenza delle superficie scabbre o levigate nell' emettere o ritenere il calorico.

30. Il calorico raggiante può traversar l'aria ed i gas, anche quando sono in movimento, senza che vengano riscaldati o pure alterate le loro dimensioni. Riscalda debolmente le superficie ben pulite di diversi corpi, perchè tutt'i raggi che vi cadono sono riflessi quasi in totalità, come lo prova gli sperimenti di Pictet poc' anzi descritti; ma all' opposto se questi raggi cadono sulle superficie rugose o non pulite, saranno la maggior parte assorbiti e comunicati ai corpi co' quali si trovano in contatto. Infatti, uno specchio metallico esposto, come negli sperimenti antecedenti, a' raggi del calorico non sarà riscaldato quante volte la sua superficie sia levigata, ma se questa fosse rugosa, o venisse coverta da uno strato di nero fumo, assorbirebbe rapidamente tutt' i raggi.

Leslie, a cui son dovute queste conoscenze, avendo posta l'acqua bollente in un vaso di latta di figura cubica, che aveva le superficie, una levigata, una rugosa, una coverta con carta collata, ed un altra con uno strato di nero fumo; situando la palla del termometro differenziale successivamente rimpetto alle medesime, osservò, che la faccia levigata poco faceva scendere il liquido nel termometro, e che questo effetto diveniva più o meno sensibile operando sulle altre facce rugose. Può anche convincersi di questo fatto riempiendo di acqua bollente due vasi dello stesso metallo e della stessa capacità, ma che uno abbia le superficie levigate, e l'altro rugose: essi si raffredderanno inegualmente, ancorchè posti nelle stesse condizioni; in modo tale che il raffreddamento del primo sarà più lento del secondo, perchè il potere *emissivo* è più grande in questo che in quello.

Leslie osservò inoltre, che rendendo scabra una superficie levigata per mezzo di uno strato di colla o nero di lampada ec., la spessezza degli strati se era come 1, adoperando la colla, l'innalzamento nel termometro differenziale giungeva sino a 38 gradi, e se era quadrupla a 54. L'effetto continuava a crescere in questa proporzione coll'aumentarsi gli strati, ma quando si giunse

alla spessezza di o, o25 millimetri, il liquido nel termometro divenne stazionario.

Dopo questi ed altri simili sperimenti, si potè stabilire non solo la diversa facoltà *raggiante* che hanno certi corpi applicati alle superficie del cubo di latta o di ottone, adoperato da Leslie, calcolandone la diversa temperatura col termometro differenziale, ma ancora che i metalli posseggono debolmente la facoltà di trasmettere il calorico attraverso l' aria ambiente, rimpetto a quella degli altri corpi le cui superficie sono meno levigate.

FACOLTA' RAGGIANTE DEL	gradi
Nero di fumo	100
Carta da scrivere	98
Pece resina	96
Cera di Spagna	95
Inchiostro della China	88
Minio	80
Colla di pesce	80
Piombagine	75
Lamina di piombo	19
Mercurio	20
Ferro pulito	15
Foglia di stagno	12
Oro, argento e rame	12

31. Le superficie levigate di diversi corpi hanno la facoltà *riflettente* più o meno energica, secondo la loro natura. Così dietro gli sperimenti fatti dallo stesso Leslie ha potuto dedursi, che il potere riflettente dell' ottone è = 100; argento = 90; stagno in foglie = 80; acciaro = 70; piombo = 60; stagno coverto di mercurio = 10; vetro = 10; vetro coverto di uno strato di olio = 5. Da ciò ne segue, che gli specchi di ottone ben levigati producono un effetto maggiore di quelli di argento, e questi più che quelli di stagno ec.

Conducibilità de' corpi pel calorico.

32. La proprietà che mostrano alcuni corpi di dar più o meno facilmente passaggio al calorico, allorchè sono riscaldati da un estremo solamente, è stata chiamata

conducibilità; ed i corpi che più lo trasmettono diconsi *conduttori*, e *non conduttori*, o meglio *cattivi conduttori* (1) quelli i quali si riscaldano soltanto nella parte che è in contatto col fuoco.

33. La conducibilità ne'corpi è, avuto riguardo a qualche eccezione (2), nella ragion diretta della loro densità; e poichè i metalli propriamenti detti (3), si mostrano de'corpi più densi, sono per conseguenza i migliori conduttori del calorico. Così p. e. un cilindro di metallo lungo 5 a 6 centimetri, se riscaldasi da un estremo il calorico sarà trasmesso sino all'altra estremità, quello che non accade se adoperasi nello stesso sperimento un cilindro di legno, di vetro, di cera di spagna, di zolfo, di carbone ec. perchè questi saranno riscaldati o fusi nella sola parte che trovasi in contatto col fuoco.

34. Ingenohuse dietro questo principio, e per mezzo di un semplicissimo sperimento, pervenne a determinar la conducibilità diversa di alcuni metalli. Egli prese molti cilindri dello stesso diametro, e della medesima lunghezza, ma di metalli differenti, e covertili per metà di cera, immerse le altre estremità nell'olio bollente: allora la quantità di cera fusa in lunghezza de' suddetti cilindri, gli fece conoscere la conducibilità de'diversi metalli. Dopo ciò Leslie potè stabilire il potere conduttore de'metalli che aveva adoperati nell'ordine seguente:

1. Argento		Platino	Molto inferiori agli altri.
2. Oro		Ferro	
3. Rame	Presso a poco eguali	Acciaro	
4. Stagno			

(1) Fa duopo qui avvertire che l'espressione *non conduttore*, adottata dal Berzélius e da tutti i chimici, non suppone una *non conducibilità assoluta*, ma sivvero *relativa* alla più o meno affinità o capacità de' diversi corpi pel calorico.

(2) Tra questi corpi ne fu eccettuato l'argento, il quale abbenchè meno denso dell'oro, si mostra più conduttore del medesimo: ma venne dopo provato che la conducibilità è maggiore nell'oro stando a quella dell'argento come 1000 a 973. Il platino però che è anche più pesante dell'oro presentò alle stesse sperienze appena 381. (Berzélius, v. 1. p. 65.

(3) Qui non s'intendono compresi i metalli degli alcali e delle terre.

35. Gli sperimenti però eseguiti da Déspretz, dietro l'incarico avutone dalla Società d'Incoraggiamento di Parigi, nei quali adoperò i metalli purissimi, lo portarono a stabilire l'ordine della loro conducibilità, come siegue:

Oro	1000, o	Ferro	374, 3
Argento .	973, o	Zinco	363, o
Rame ...	898, o	Stagno	303, o
Platino ..	381, o	Piombo	179, 6

36. I liquidi sono cattivi conduttori del calorico, ma lo conducono, sebbene apparentemente, con somma facilità quando il calorico viene loro applicato al disotto de'vasi che li contengono, ciocchè non accade, o almeno lentamente, se il calorico loro si applica nella superficie. Così se mettasi in un tubo di vetro alto tre in quattro decimetri una piccola quantità di soluzione alcalina concentrata tinta con cocciniglia, e si finisca di empirlo con acqua pura, che si dee badare di non farla mischiare con quella colorata, applicando il fuoco sulla parte del tubo ov'è il liquido colorato, questo dopo poco tempo si mischierà interamente coll'acqua di sopra. Se poi il calore si applicasse alla superficie del liquido, l'acqua colorata rimarrebbe nello stesso sito, indizio di non essersi il calorico comunicato. Lo stesso avverrebbe mettendosi in fondo del liquido un sensibilissimo termometro a spirito, dappoichè il liquido potrebbe farsi bollire nella superficie per più tempo senza che il termometro mostrasse al disotto il più piccolo riscaldamento.

Il fatto precedente non debbe però considerarsi come l'effetto della conducibilità de' liquidi per lo calorico, ma piuttosto attribuirsi alla dilatazione delle loro molecole che si trovano in contatto col calore d'una lampada, le quali divenendo più leggiere s' inalzano nella superficie, e permettono che le altre vengano similmente nello stesso contatto col calorico; proseguendo così a guisa della propagazione de' raggi del calorico (26), finchè tutto il liquido sarà rimescolato e per conseguenza pressochè egualmente riscaldato.

Gli sperimenti fatti dopo dal Murray, per comprovare

la conducibilità de' liquidi, offrono le stesse difficoltà che quelli già esposti. Lo stesso dicasi per la conducibilità dell'aria e degli altri gas, perchè avviene per le stesse ragioni addotte pe' liquidi, cioè per effetto della dilatazione, e per la diminuzione del peso primitivo delle loro molecole riscaldate, e pel movimento di ascensione che le viene impresso, allo stesso modo che ne' liquidi.

Dell' equilibro del calorico.

37. Allorchè il calorico viene accumulato più in un corpo che in un'altro, l'eccesso passa in quello che ne ha meno, di modo che il termometro dopo qualche tempo indicherà in ambedue la stessa temperatura. Se in una stanza si mettano diversi corpi differentemente riscaldati, dopo poche ore essi segneranno gli stessi gradi di calore. Questo effetto è cagionato dal calorico che tende all'equilibro; e per mezzo di siffatta teoria Prevost spiegò con facilità il risultamento del seguente sperimento eseguito dal de Sausurre e Pictet. Quando in uno specchio concavo di metallo in vece della palla riscaldata si metta nel suo foco un pezzo di ghiaccio, accade che il liquido del termoscopio posto al foco dell'altro specchio si abbassa, effetto contrario a quello che avviene quando vi è messo il corpo caldo. Più fisici pensarono ch'esistesse un *fluido frigorifico*, e che si riflettesse come quello del calorico. Per dare ragione di questo risultamento, non era duopo ammettere l'esistenza di un fluido particolare, mentre essendo dimostrato che tutt'i corpi hanno la proprietà di raggiar calorico, e perchè questo tende all'equilibro, ne avviene che il termoscopio, ed il ghiaccio raggiando calorico da tutte le parti, quest'ultimo perchè ne assorbe più di quello che ne manda, dee far succedere l'abbassamento di temperatura nel termoscopio medesimo.

Dalla legge di equilibrio del calorico, ne risultano le due sensazioni di caldo e di freddo, che sono l'effetto di più o meno calorico che agisce o viene assorbito da' nostri organi. Con ciò noi rendiamo ragione di un fenomeno naturale che a prima vista non sembra potersi spiegare, quale è quello che le acque de'nostri pozzi ci sembrano calde nell'inverno, e fredde nella state. Ma quando si riflette che la temperatura dell'acqua de' pozzi è in tutte

le stagioni presso che la stessa, cioè da +- 10° a +- 12.°; ne segue che noi nell'inverno trovandoci da 0° a +- 2° ci sembrerà calda; e nell'està la temperatura essendo da +- 20 a +- 24., ci parrà fredda l'acqua che è a +- 12.

Dilatazione de' corpi prodotta dal calorico.

38. Tutt'i corpi che si espongono all'azione ripulsiva del calorico si dilatano, e l'effetto aumenta in ragione dell'elevazione di temperatura a cui si espongono; così quando essa è prodominante, i solidi si cambiano in liquidi, e questi in fluidi aeriformi. Fra i detti corpi ve ne ha però alcuni che sembrano in apparenza eccettuarsi, come p. e. l'acqua passando da liquido a diaccio, cresce invece di diminuire di volume; ma ciò debbesi alla particolar disposizione delle molecole del ghiaccio, le quali lasciando molti spazi fra loro acquistano maggior volume.

Osservasi similmente, che alcuni corpi posti all'azione del calorico si ristringono, come fanno le sostanze animali e vegetabili, e le argille; ma ciò proviene da una porzione di acqua che perdono, ec. Queste eccezioni intanto, essendo in picciol numero non si oppongono alla legge generale, che cioè i corpi solidi si dilatano meno de' liquidi, e questi meno de' gas, il che debbesi alla maggior coesione de' primi ed alla minor densità degli ultimi.

La dilatazione de' liquidi e de' solidi non siegue la stessa legge che quella de' gas, perchè ciascun di essi ha una dilatazione particolare, ed il *coefficiente* che la esprime cresce colla temperatura. Dulong e Petit, trovato difficile il determinare direttamente la dilatabilità de' liquidi, l'han dedotta da un principio idrostatico, che cioè quando due colonne liquide sono in comunicazione con un tubo laterale, le loro altezze verticali sono in ragione inversa delle loro densità; di maniera che circondando di neve una delle colonne liquide e portando l'altra ad una temperatura conosciuta, misurando l'altezza di ciascuna colonna, si conoscerà la dilatazione assoluta di un liquido sottoposto allo sperimento col soccorso di un calcolo semplicissimo (1).

(1) Sia h ed h' che indicano le altezze delle colonne, alle temperature t e t', e d d' le densità corrispondenti; si ha $h : h' :: d' : d$.

39. Il cammino progressivo che fa il calorico nel dilatare i corpi ha luogo con molta lentezza, ed è ben diverso del raggiamento, col quale non può paragonarsi. Si attribuisce questa differenza all' affinità del corpo per lo calorico, ed al che il suo passaggio deve avvenire da strati a strati. Così supposto un cilindro di ferro o di altro corpo conduttore come formato di tanti strati, 1, 2, 3, 4, ec.; la quantità di calorico che riceve il primo strato, e per la legge dell' equilibrio, e per quella dell'affinità del secondo strato, sarà divisa per metà con quest' ultimo, per un quarto col terzo e così di seguito, di modo che diminuendosi il calorico a misura che si moltiplicano gli strati, verrà più lentamente trasmesso da un estremo ad un altro, malgrado che nuove quantità di calorico si comunichino successivamente al primo strato che trovasi in contatto col fuoco.

Può anche provarsi la dilatazione col *pirometro*, §. 45, ovvero servendosi di un cilindro di metallo, fatto in modo che passi con forza per un anello metallico o per un foro praticato su di una lamina anche metallica; riscaldandolo dopo in un estremo sino a divenir rovente non passerà più per quel foro, perchè le molecole si saranno dilatate in modo da aumentare il volume del cilindro suddetto.

De' termometri.

40. Siccome i liquidi si dilatano più chi i solidi, sono stati perciò preferiti per la costruzione degli strumenti detti *termometri*, i quali servono a dinotare il vario riscaldamento de' corpi.

Santorius, celebre fondatore della medicina statica, verso la fine del XVII secolo sembra che abbia il primo inventato il termometro, sebbene vi fosse chi ne attribuisca la scoperta a Drebbel Olandese, e che lo facesse conoscere fin dal XVI secolo; ma Boyle ed Isacco Newton dettero dei mezzi come costruirli in un modo che fossero stati paragonabili fra loro. Santorius l' ottenne per mezzo di una palla sottile di vetro attaccata ad un tubo di un picciol diametro, immergendolo in un liquido colorato. Riscaldandone anche col calore della mano la palla, l'aria veniva dilatata, ed uscendone una porzione fuora del tubo, era dopo rimpiazzata dal liquido colorato.

Questo termometro era sensibile a' più piccoli cangiamenti di temperatura dell' atmosfera ; ma dovendo destinarlo a conoscer la temperatura alquanto elevata de' liquidi, non riusciva soddisfacente, perchè la sua pallina non poteva immergersi nel vaso che li conteneva. Mi avvisai perciò supplirvi fin dal 1817 con una modificazione, che si vede nella *fig. 57*, in modo che il braccio che deve immergersi nella carafina che contiene lo spirito di vino colorato, resti molto più lungo di quello alla cui estremità vi è la palla piena di aria : e così ad un lato del tubo adattata una scala graduata, può servire a conoscere le più piccole variazioni di temperature de' liquidi.

Non ostante che i termometri ad aria non racchiudano tutti que' vantaggi che possono ottenersi con quelli a mercurio, pure divengono indispensabili allorchè volesse determinarsi i piccoli cambiamenti di temperatura, al che non si prestano i termometri a spirito o a mercurio.

41. Rumford e Leslie, sulle stesse leggi di Santorius, formarono strumenti sensibilissimi per quelle temperature che i termometri a mercurio non sono capaci di determinare. Romford prese un tubo di un picciol diametro, lo piegò ad angolo retto, e fattevi soffiare due sfere sottilissime nelle due estremità, v' introdusse per una di esse una quantità tale di spirito di vino colorato, da occupare nel tubo lo spazio di un centimetro circa, e chiuse alla lampada quella estremità per dove aveva introdotto il liquido colorato. In seguito adattatavi una scala graduata, fissò il zero nel centro di essa, dove cioè il liquido era stabile. Applicando anche a qualche distanza il calore della mano ad una delle due sfere, si vede camminare il liquido della parte opposta, e così segnare i gradi di temperatura. V. *fig. 58*.

Lo strumento poi immaginato da Leslie, che egli chiamò *termometro differenziale*, è presso a poco simile a quello di Rumford, variando solamente per esser piegato il tubo simile alla lettera U, e per contenere in vece dell' alcool colorato in una estensione maggiore nel tubo acido solforico tinto col carmino ; ma il termoscopio di Rumford è da preferirsi, comechè più semplice.

42. Fharencit di Amsterdam, ed il Dottor Martin di Saint-Andrew (1), preferirono il mercurio all'alcool, perchè si può averlo sempre allo stesso grado di purità, perchè la sua dilatazione è sempre uniforme, e perchè può sopportare una temperatura maggiore degli altri liquidi. I termometri più in uso sono quelli di Deluc, Reaumur, Fahreneit, Celsio, e Delisle. L'oggetto di questi strumenti è uno; essi variano solamente nel numero maggiore, o minore di gradi che sono frapposti fra'l punto della congelazione, e quello dell'ebollizione dell'acqua (2).

Si costruiscono ordinariamente i termometri facendo una piccola sfera all' estremità di un tubo capillare, tirando alla lampada l' altra estremità, la quale poi si curva, e si fa immergere in un piccol vaso che contiene il mercurio: si riscalda la palla, l'aria in essa contenuta verrà dilatata, ed uscendone per l'estremità immersa nel mercurio, sarà quindi rimpiazzato questo vôto formato dal metallo suddetto. Ma siccome il vôto non risulta perfetto, e la pallina non è piena interamente di mercurio; così è necessario farlo bollire più volte, affinchè ne venga pieno anche il tubo superiore. Quando sarà raffreddato il mercurio, si riscalda nuovamente la pallina per farne uscire un poco di mercurio, sino che resti occupata almeno la quinta parte del tubo. Allora per privar d'aria quella porzione di tubo che non è ripiena dal mercurio, si riscalda la pallina fino a che comincia ad uscire una sola goccia dalla sua estremità; e dopo vi si dirige immantinente la fiamma per mezzo di un cannello, ad oggetto di chiudere detta estremità. Fatto ciò s'immerge la pallina nel ghiaccio fondente, per segnare il livello ove il mercurio si ferma, passandola dopo nell'acqua bollente, per notare dove il mercurio cessa di ascendere. Dividendo lo spazio fra questi due punti in 80 gradi, si

(1) *On the construction and graduation of thermometres.*

(2) Il Dott. Hooke fu il primo a conoscere, che immergendo uno di questi strumenti nella neve in fusione il liquido restava stazionario ad un dato punto. Lo stesso avveniva quando era immerso nell'acqua bollente, purchè la pressione dell'aria fosse stata la stessa. Newton poi fece conoscere il primo la maniera come graduare questi termometri, prendendo per punti fissi la fusione della neve, e l'acqua bollente.

avrà il termometro di Deluc (impropriamente detto di Reaumur, giacchè questo autore lo costruì collo spirito di vino colorato, cui solo può darsi a giusto titolo il suo nome); se si divida in 100 parti si otterrà quello di Celsio detto centigrado, adottato in Francia; e se in 212 il termometro di Fhareneit. Quest'ultimo però ha una scala tutta diversa da quella degli altri, perchè in essa il zero comincia col grado 32°, ch'è la temperatura del ghiaccio che si fonde, e da questo punto all'acqua bollente vi passano 180° gradi: il zero poi viene fissato in quel punto ove il mercurio si fermò, immergendo la palla del termometro in un miscuglio di sale comune e di ghiaccio (1).

43. Questi strumenti abbenchè capaci di segnare gradi di temperatura superiori a quelli fatti a spirito, comechè liquido più dilatabile del mercurio, e potendo sì gli uni che gli altri facilmente rompersi, allorchè si volesse destinarli ad indicare i gradi di temperatura della fusione di diversi metalli, ha dovuto perciò supplirsi a questo difetto con un'altro strumento, conosciuto col nome di *pirometro* di Wedgwood. Si forma questo pirometro con una

---

(1) Per ridurre i gradi centigradi a quelli di Fhareneit, si moltiplichi un grado qualunque centigr. per 9 e si divida per 5, ed al quoziente si aggiunga 32; così $\frac{C \times 9}{5}$ 32 $=$ F.

I gradi di Fhareneit ridotti a quelli centigradi $\frac{F. - 32 \times 5}{9} = C.$

Per ridurre i gradi di Reaumur a quelli di Fahr; abbiamo la formola seguente: $\frac{R \times 9}{4} + 32 = F$

I gradi di Fahr. ridotti a quelli di Reaumur $\frac{F - 32 \times 4}{9} = R.$

Per ridurre i gradi centigr. a quelli di Reaum; si ha la formola

$$\frac{R \times 6}{4} = C;$$

e per ridurre i gr. centigr. a quelli di Reaum. si farà l'inversa, cioè

$$\frac{C \times 4}{5} = R.$$

In conseguenza 9 gr. di Fah. corrispondono a cinque centigradi ed a 4 gr. di Reaum, e 5 gr. centigr. sono eguali a 4 gr. di Reaum.

lamina spessa di ottone, o di altro metallo, sulla quale si applicano due regoli dello stesso metallo, in modo che formino un canale convergente. All'estremità, in cui questi sono più divergenti, si allontanano per un mezzo pollice, ed all'altra estremità, ove più si avvicinano, si fanno distare l'uno dall'altro $\frac{1}{10}$ di pollice. Si divide tutta la lunghezza del canale in 140 parti eguali, e siccome questa è di 22 pollici, così ciascun grado corrisponde ad $\frac{1}{10}$ di pollice. Quando vi s'introduce un corpo nell'estremità larga, che giunge fino a 10, a 12 gradi, è naturale che dopo di esser diminuito di volume per l'azione del fuoco, vi si deve internare dippiù, e segnare così maggior numero di gradi.

La sostanza che si fa entrare nel canale è l'argilla, come quella che soffre una diminuzione di volume proporzionata al grado diverso di calore cui si espone, e che resiste all'azione de' più alti fuochi che potessero produrre le nostre fucine.

Si dà al pezzo di argilla la forma cilindrica alquanto appianata ad una delle facce. L'autore ha provato, che un miscuglio di due parti di argilla di Cornovaglia, ed una di allumina pura precipitata può servire con miglior successo, poichè le argille ordinarie si ritirano più o meno con un medesimo grado di fuoco. Quando si vuole adoperare questo cilindro è duopo misurarlo prima esattamente nel pirometro, e notare ove giunge; si passa quindi nel fuoco di cui se ne vuol conoscere l'intensità, e si ritira dopo qualche tempo: allorchè si sarà raffreddato s'introduce nella scanalatura, e si osserva sin dove può essere spinto, onde conoscere la sua diminuzione, e l'attività del fuoco a cui fu sottoposto. Un cilindro che servì una volta può impiegarsi di bel nuovo, ma sempre ad una temperatura molto più elevata di quella del primo saggio.

Wedgwood ha cercato di ragguagliare i gradi pirometrici con quelli del termometro di Fahrenheit, e crede di potere stabilire, che il zero del suo pirometro corrisponda a 1077° del termometro suddetto (580°, 56' del term. centigrado); e ciascun grado essere eguale a 130° del Fhareneit. (54°, centigradi) (1).

(1) Per ridurre i gradi di Wedgwood a quelli di Fhar. abbiamo W X 130 + 1077 = F.

44. Siccome il pirometro di Vedgwood è uno strumento poco esatto, e sovente si è dovuto adoperare più cilindri di argilla onde prendere una media proporzionale sul loro ristringimento, che per altro è sempre vario per quanto si sia cercato di farli dello stesso diametro e lunghezza e colla stessa argilla; si è proposto perciò fra gli altri quello di Daniele, che sembra essere il più comodo. Esso consiste in un cilindro di platino posto su di un piano fatto con pasta di grafite, sul quale una delle sue estremità essendo fissa, e l'altra libera, quando il cilindro si allunga mercè l'azione del calorico mette in movimento un ago, di cui la grande asta indica sensibilmente le variazioni anche le più leggieri del cilindro medesimo. E poichè si è misurato l'allungamento del cilindro di platino alle temp. a cui può paragonarsi col termometro a mercurio, il pirometro di Daniel è suscettivo di esser diviso ne' gradi ordinarii del termometro.

45. Il *pirometro metallico* a *quarto di cerchio fig. 9*, consiste in due piccoli coni di metallo *aa*, i quali hanno nelle estremità un foro pel quale vi debbono passare i diversi cilindri metallici di cui si vuol conoscerne la diversa dilatabilità. In uno di detti coni vi è la piccola vite K che serve per fissare il cilindro *bb*, affinchè nel riscaldarsi colla lampada a più lucignuoli *ff* prolungandosi agisca solo su la piccola leva *c* e metta in movimento l'indice *d*, il quale poi percorrendo la scala sul quarto di cerchio dinoterà il grado di dilatabilità ne' diversi cilindri.

46. Dopo l'esposto sulle leggi dell'*equilibrio*, dell'*irradiazione*, e degli effetti del calorico su i corpi, rimane conoscer il *calorico di temperatura*, *calorico latente*, *calorico combinato*, e *capacità per contenere il calorico*; espressioni che dinotano una diversa maniera di essere del calorico.

Calorico di temperatura.

47. Dicesi *calorico di temperatura* quello che non è in niuna stretta combinazione coi corpi, e che si sviluppa

Inversamente per ridurre i gradi di Fhar. a quelli di Wedgwood

$$F. - \frac{1077}{180} W. ec. ec.$$

quante volte son posti in contatto, od a qualche distanza con altri corpi meno riscaldati. Questo effetto, ch'è dovuto alla legge di equilibrio, si osserva accadere continuamente senza il concorso di forza meccanica o chimica alcuna. Quando tocchiamo un corpo la cui temperatura è inferiore a quella della nostra mano, noi avvertiamo all'istante una sensazione di freddo, e viceversa: ma se i corpi, e la mano sono alla stessa temperatura, non proviamo punto sensazione nè di caldo, nè di freddo.

48. I corpi, che sono sotto l'influenza de' raggi del sole hanno una temperatura maggiore di quelli che non lo sono. È per questa ragione, che nell'està troviamo calde le stanze de' nostri appartamenti, e molto freddi gli scavi sotterranei, ove il sole non vi penetra affatto; e da ciò ne siegue, che i termometri segnano diversi gradi di temperatura ne' differenti luoghi ove sono tenuti; che vi sono de' corpi che contengono una quantità di calorico di temperatura maggiore di alcuni altri; e finalmente, che sono più calde quelle sostanze esposte a mezzogiorno, che quelle situate al settentrione ec.

Dopo ciò, importa molto conoscere i mezzi per determinare la *temperatura* più o meno elevata de' corpi; e poichè questa non è altra cosa, *che il grado di riscaldamento di un corpo*, così gli strumenti descritti sotto il nome di *termometri*, son quelli che s'impiegano per conoscerla. Allora i gradi al di sotto del zero sono indicati col segno meno — 0°. e quelli al di sopra, col segno più + 0°. Così per esprimere dieci gradi di calore si farà + 10°; e per dinotarne dieci di freddo si userà la formola — 10°.

49. Onde conoscere poi i più piccoli cangiamenti di temperatura dell'aria, e quella di taluni miscugli, o composti nell'atto che si formano, i termometri a mercurio non sono sempre atti a determinarli, percui si preferiscono quelli ad aria come i più sensibili §. 41. Dulong e Petit, dietro una serie d'interessanti sperimenti fatti sulla dilatazione sempre uniforme che produce il calorico nell'aria e negli altri fluidi aeriformi posti a temperature eguali, cominciando dalla più bassa e terminando sino alla più alta, poterono dedurre che l'aria è il

solo corpo che possa, mercè la sua dilatazione, valutare esattamente le quantità di calorico a temperatura eguali; e che all' opposto tutti gli altri corpi, siano solidi ovvero liquidi, si dilatano inegualmente, di modo che i termometri fatti con queste sostanze danno sempre resultamenti poco esatti.

Il mercurio avvicinandosi più che gli altri liquidi a' fluidi aeriformi, si osserva che da — 36° fino a +− 100° non vi ha sensibile differenza fra un termometro a mercurio ed un altro di platino a dilatazione di aria, disposto in modo da poterla valutare; ma al di sopra di +− 100°, i due strumenti cessano di dare gli stessi resultamenti, nel modo che si vede nella tavola seguente.

Termometro a mercurio.	Termometro ad aria.
— 36°	— 36°
0°	0°
+− 100°	+− 100°
150	148°, 70
200	197°, 05
250	245°, 05
300	292°, 70
360	350°, 00.

50. Dopo ciò l' aria è il solo mezzo che possa servire di misura per le più alte temperature (1). Dulong e Petit però osservarono che tutte le volte si voleva valutar la temperatura con molta precisione, era necessario tenersi presente la dilatazione che il calore fa provare al vetro. Così essi han trovato dopo le più esatte ricerche, che il vetro

a +− 100° si dilata per $\frac{1}{38700}$ }
a +− 200° .... $\frac{1}{35300}$ } dello spazio che occupa a zero.
a +− 500° .... $\frac{1}{33000}$ }

Siffatta dilatazione del vetro produce a +− 100° ed a +− 200 un apparente dilatazione del mercurio, la quale è prodotta dal ristringimento nel foro interno nel tubo del

(1) Sebbene abbiasi potuto dedurre da questi sperimenti che l'aria sia il corpo che si dilata sempre egualmente, non si sono per tanto trovati ancora de'mezzi onde applicarla a conoscere le alte temperature.

termometro, che dietro gli sperimenti di Laplace e Lavoisier deve elevarsi, per ciascun grado del termometro centigrado, ad $\frac{1}{6450}$ del volume che il mercurio occupa a zero; ma questa dilatazione non è sempre la stessa, e nella divisione ordinaria può essere calcolata ad $\frac{1}{6000}$.

Si è osservato inoltre, che a + 300° la dilatazione del vetro è già si rilevante, che va perduta ogni regolarità ne' resultamenti. Così Dulong e Petit ottennero da' loro sperimenti, che il mercurio si dilata per ciascun grado del termometro centigrado, dal zero a + 100° di $\frac{1}{5550}$; da + 100 a + 200° di $\frac{1}{5425}$, ed a + 300° di $\frac{1}{5300}$, dello spazio che occupa a zero. Per conseguenza a + 300° gradi centigr. misurati col termometro ad aria, un termometro a mercurio che fosse formato di una sostanza la cui dilatazione seguirebbe quella del mercurio, dovrebbe segnare + 314°, 15, quando che un termometro ordinario a cagione della dilatazione notabilmente piccola, non segnarebbe più di + 307°, 64.

Se fossero impiegati i corpi qui sotto notati per misurare le temperature, i termometri alla formazione de'quali si farebbero servire, segnerebbero, dietro gli sperimenti di Dulong e Petit, a + 300° del termometro ad aria, il numero de'gradi indicati da ciascun corpo, come appresso:

Ferro	332°, 2	Vetro	322°, 1
Argento	329°, 3	Rame	, 0
Zinco	328°, 5	Platino	317°, 9
Antimonio	324°, 8	Mercurio	314, 15

51. Non si conosce se la temperatura ha de' limiti al di là de' quali non possa nè innalzarsi nè abbassarsi maggiormente. Dalton, Clement, Desormes, Harapathe, ed altri abili fisici, dietro quanto si era scritto sull'essenza assoluta del calorico, han tentato di determinare, dopo gli sperimenti conosciuti, a qual numero di gradi sotto il zero reale del termometro, corrispondesse questo zero assoluto. Ma le differenze ne' resultamenti finora ottenuti, mostrano quanto le deduzioni che ne hanno finora tirate sieno poco esatte.

Calorico latente.

52. Quegli stessi corpi i quali più caldi di alcuni

altri, posti in contatto segnano il medesimo grado di temperatura, ritengono ancora una quantità di calorico che può considerarsi come nascosta fra le loro molecole, e che per rendersi sensibile a' nostri organi ed al termometro ha bisogno di un mezzo meccanico onde svilupparsi. È questo il *calorico latente* che forma la maggior parte dello stato de' corpi. L'aria compressa in un fucile pneumatico, sviluppa tanto calorico da communicar la combustione all'esca posta nell'estremità dello stantuffo: un ferro percosso su di una incudine si riscalda fortemente: l'acqua gittata in poca quantità sulla calce caustica, si condensa e sviluppa tutto il calorico che la manteneva nello stato fluido, e che nell' oscuro suole tolvolta essere accompagnato anche da emanazione di luce. In questo stato il calorico può considerarsi ne' corpi come l'olio ne' semi, i quali compressi lasciano questo uscire liberamente.

53. Blak fu il primo a conoscere che nel passaggio di stato de' corpi, e soprattutto nella *fusione*, non tutta la quantità di calorico assorbito si rende sensibile al termometro; che anzi nella fusione della neve avviene che il calorico necessario per ridurla allo stato liquido sparisce interamente, e dopo esser fusa prosegue a segnar zero. È appunto questo calorico che non è più dinotato dal termometro, cioè il calorico *latente* o *interposto*. Cosi p. e. mettendo la neve in un vaso tenuto sul fuoco, essa segnerà sempre zero fino alla sua completa fusione; intanto se contemporaneamente si metta in un altro simil vaso, ed alla stessa temperatura, l' eguale quantità di acqua, si troverà che questa segnerà al termometro + 75°, e la neve fusa rimarrà a zero. Lo stesso si ottiene in altro modo, mescolando cioè pesi eguali di neve ed acqua riscaldata a + 75°, perchè il miscuglio, dopo la fusione della neve, segnerà anche zero; locchè prova che la neve nel fondersi assorbisse ed è capace di rendere latente tutt' i 75° gradi di calorico dell' acqua, o in altri termini, che la quantità di calorico che bisogna per innalzare la temperatura di una libbra di acqua da 0°, a + 75°, è sufficiente a fondere una libbra di neve senza puntò innalzar la sua tempe-

ratura. Ma se invece si unisca una libbra di acqua a 0°, ed un altra libbra di acqua a + 75°, il miscuglio di due libbre di acqua segnerà 37°, 5; ciò fa conoscere che la metà del calorico dell'acqua a + 75°, cioè 37°, 5 si è comunicata all'acqua che era a 0°, per innalzarla alla stessa temperatura residua dell'acqua che prima era a + 75°, cioè alla metà, ossia, 37°, 5, senza che vi fosse stata perdita di calorico divenuto *latente*, come avveniva nell'esempio precedente colla neve. (*V. Calorico specifico*).

Calorico combinato.

54. Quei corpi che hanno equilibrato il loro calorico con gli altri circostanti, e che han sofferto in seguito un cambiamento di densità, con cui si è sviluppato il calorico latente, contengono un'altra quantità di calorico, che ha bisogno non di mezzi meccanici, ma di una chimica affinità onde svilupparsi. È desso il *calorico combinato* che può riguardrarsi unito a' corpi con un affinità tale, da costituire una parte componente della loro sostanza, e della loro solidità.

L'ossidazione de' metalli sollecitata dagli acidi ci dà un esempio per dimostrare il calorico combinato. L'acido nitrico fatto agire sulla limatura di stagno o di rame sviluppa una quantità grande di calorico, per la scomposizione dell'acido: quindi l'azoto viene gassificato, e l'ossigeno esercitando maggiore affinità col metallo che col calorico cui lo manteneva nello stato di gas, entra a formar parte componente dell'ossido metallico, e così affettando lo stato solido deve sviluppare tutto il calorico.

Calorico specifico, o capacità de' corpi per contenere il calorico.

55. Corpi di diversa natura, ma di peso eguale, esposti ad una stessa temperatura, non contengono la medesima quantità di calorico, ancorchè il termometro li dinotasse a quella temperatura cui sono stati esposti. Questa diversa proporzione di calorico contenuta in differenti corpi ad una eguale temperatura, è stata chiamata da Blak, Irvine (1) e Wilke, *Calorico specifico*, e da

(1) Blaks Lectures. I, 504.

Crawford poi (2), *calorico comparativo, o capacità dei corpi per lo calorico* (3).

56. Si dimostra la diversa capacità de' corpi per lo calorico, per mezzo del calorimetro, immaginato da' Lavoisier e Laplace, il quale consiste in tre cavità concentriche, di cui la prima termina nella parte inferiore in un cono troncato, e chiamasi cavità *interiore*, l'altra *media*, e l'ultima *esteriore*. La cavità interiore è formata da una grattuggia di latta, in cui si mette un' altro picciol vaso di metallo, che deve racchiudere il corpo caldo da esaminarsi; la cavità media serve a contenere il ghiaccio, la quale verrà circondata da quello contenuto nella cavità esteriore. L'acqua del ghiaccio che si fonde in questa cavità esce per un robinetto, e di questa non se ne terrà conto veruno; quella delle cavità media ed interiore, che non comunicano colla suddetta cavità, farà conoscere dal suo peso la *capacità* de' corpi pel calorico; e che si raccoglierà per un altro robinetto che comunica con queste cavità. Lo sperimento s' intraprende nel modo seguente: si riempiono le cavità media ed esteriore di ghiaccio, e nella interiore s' introduce il vaso che contiene il corpo cal-

(2) Capacity of bodie for beat.

(3) Ecco come Crawford e Blak. (Blak's Lectures, I, 506.) valutano il calorico specifico. Due sostanze a temperature differenti essendo mescolate uniformemente, il cambiamento prodotto sopra ciascuna di esse col miscuglio, è considerato in ragione inversa del suo calorico specifico. Così p. e., il calorico specifico dell'acqua essendo = I, sia W la quantità di acqua che ordinariamente è unita ad una delle sostanze mescolate insieme, e w la sua temperatura; sia P la quantità dell'altro corpo di cui cercasi conoscerne il calorico specifico, e b la sua temperatura; sia finalmente m la temperatura dopo il mescuglio, il calorico specifico di B sarà:

$\frac{W \times \overline{m - w}}{B \times \overline{b - m}}$; o quando l'acqua è la sostanza più calda di quelle che formano il miscuglio, il calorico specifico di B è:

$$\frac{W \times \overline{w - m}}{B \times \overline{m - b}}$$

do, che sarà circondato anch' esso di ghiaccio, chiudendolo con coverchio adattato. La diversa quantità di ghiaccio fuso, sì da un corpo che da un altro di natura diversa, ma di peso eguale, e riscaldato alla stessa temperatura, ne farà conoscere la capacità pel calorico. Se dunque l'acqua che si prende per unità, riscaldata a 100 farà fondere due libbre di ghiaccio, e l'olio una solamente, si dirà, che la capacità dell'acqua pel calorico è = 2, e quella dell' olio = 1.

È necessario però avvertire, che quando s' intraprendono questi sperimenti, la temperatura non debbe essere nè — 0°, ne + 2°, poichè nel primo caso il liquido si potrebbe congelare nuovamente, e nell' ultimo si otterrebbe fuso il ghiaccio prima d' intraprendere lo sperimento, ed allora i risultamenti sarebbero equivoci.

57. Quando i corpi de' quali vuol conoscersi il calorico specifico sono solidi e senza azione sull' acqua, possono mettersi immediatamente in contatto colla neve, ma se sono liquidi è duopo rinchiuderli in un vaso, di cui abbiasi prima determinato il calorico specifico; riscaldare gradatamente, e per mezzo del termometro conoscere la temperatura a cui vuol portarsi; quindi introdurlo nel calorimetro, e così non rimarrà che a procedere come si è detto più innanzi (§. 56.), ed a tener conto del calore somministrato dal vaso. Conosciuta, dopo lo sperimento, la quantità di acqua che ciascun corpo riscaldato può togliere dalla neve contenuta nel calorimetro, allorchè la sua temperatura si abbassa sino a zero, non resta che a riportare tutti questi risultamenti ad una misura comune per paragonarli fra loro.

Un chilogramma di acqua p. e. a + 75° centigradi (60° di Reaumur), passando a zero, farà fondere un chilogr. di neve; e poichè si è convenuto portare a questo resultamento tutti gli altri, allora bisogna trovare quanta neve farà fondere un chilogr. di un corpo sottoposto allo sperimento, per abbassarsi la sua temperatura a 75°; basta perciò dividere la quantità di neve fusa pel numero di chilogrammi o di parti di chilogrammi del corpo adoperato nello sperimento, dopo dividere il quo-

ziente pel numero di gradi di cui il corpo era al di sopra di zero, ed in fine moltiplicare il nuovo quoziente per 75, perchè il prodotto esprimerà la quantità di neve che un chilogram. di un corpo potrà fondere, passando da +- 75° a zero, ovvero il calorico specifico per l'unità della massa. Supponghiamo perciò che operando sopra 5, chil. 5 di ferro fuso riscaldato a 100°, si ottenghino 0, chil. 81 di acqua, si dirà: se 5, chil. 5 di ferro hanno fuso 0, chil. 81 di neve, quanta ne fonderà un chilogramma dello stesso ferro? Si stabilirà il rapporto 5, 5 : 0, 81 :: 1 : 0, 148, ovvero, ciò che torna lo stesso, dividere 0, chil. 81 per 5, 5. Allora dividendo questo quoziente 0, 128 per 100°, e moltiplicando per 75 il nuovo quoziente, il prodotto ch'è 0, chil. 111, indicherà che la capacità dell'acqua è a quella del ferro fuso come $\frac{1}{75}$: $\frac{0,111}{75}$ :: 0, 0133.. : 0, 00148, locchè prova che la capacità dell'acqua pel calorico è un poco più di 9 volte maggiore di quella del ferro.

58. Oltre il processo indicato per conoscere la capacità de' corpi pel calorico, cioè col mezzo del calorimetro, ve ne sono degli altri meno complicati che possono più facilmente adoperarsi. Questi consistono ne' *mescugli*, e nel *raffreddamento de' corpi*.

Primo metodo per mezzo de' miscugli.

59. Questo metodo è applicabile non solo a misurar la capacità de' corpi, ma benanche a conoscer quelle temperature che il termometro non può indicare. Esso esige per essere esatto, che si supponga la capacità de' corpi pel calorico costante tra i limiti di temperatura che essi provano durante gli sperimenti, quale capacità non cambia molto quando le dilazioni de' corpi sono poco sensibili.

Blak fu il primo che conobbe il calorico specifico dei corpi col mezzo de' miscugli, e v'ha chi pretende che debba attribuirsi a Crawford. Questo metodo consiste nel mescolare insieme due corpi a temperatura differenti, osservando la temperatura del miscuglio; essendo nota la capacità del calorico di uno de' corpi adoperati si troverà quella dell'altro, per l'influenza che esso avrà esercitato sulla temperatura del miscuglio. Così conoscendo la ca-

pacità dei due corpi pel calorico, la temperatura del miscuglio, e quella primitiva di uno de' due, sarà facile dedurre da questi dati la temperatura dell'altro corpo. Ciò sarà maggiormente rischiarato da' seguenti esempii :

Se si mescoli un chilogram. di acqua a 0° con un chilogr. di mercurio a +— 34°, ne resulterà un miscuglio di 2 chilogr. a +— 33°; dunque a masse eguali, un grado di temperatura dell'acqua equivale a 33° gradi di temperatura del mercurio per la quantità di calorico: quindi si deduce, che la capacità dell'acqua pel calorico, è a quella del mercurio, come 1 a 33; e se l'unità del calorico specifico dell'acqua si rappresenti per 1000, quello del mercurio sarà eguale a 33oo (1).

60. Onde valersi di questo metodo, che è suscettivo di applicarsi generalmente, è necessario che il corpo non abbia alcuna azione chimica sull'acqua, e per evitare questa cagione di errore si farà il miscuglio del corpo che si saggia con un altro, sul quale non deve avere affatto azione, ed il cui calorico specifico sia conosciuto. Deve dippiù conoscersi, che l'aria esterna ed i vasi che s'impiegano debbono essere alla temperatura del miscuglio; quest' ultimo farsi prontamente, e conoscersi dopo la sua temperatura con esattezza. Per adempire la prima condizione, si farà uno sperimento precedentemente, in cui l'acqua essendo alla temperatura dell'aria si determinerà approssimativamente il numero di gradi a cui il miscuglio deve innalzarsi; allora si abbasserà la temperatura dell'acqua su cui deve operarsi di tanti gradi, che il corpo caldo le deve comunicare; si metterà in un vaso le cui pareti sieno sottili, poi facendo lo sperimento e le osservazioni istantaneamente, la temperatura del miscuglio

(1) Affin di prendere un esempio più generale, supporremo un corpo qualunque C, di cui il calorico specifico ricercato $= x$, e di cui un chilogram. a 60° avrà innalzati 10 chilogr. di acqua a 2°: riducendo alla stessa massa, si avrà un chilorg. di acqua a +— 20° = 1 chilogr di C a 58° (o 60 — 2); il calorico specifico dell'acqua essendo A, si avrà,

$$A : x :: 58 : 20, \text{ donde } \quad x = \frac{20 \times A}{58};$$

Se si fa $A = 1000$, si avrà $x = 544,83$,

si avvicinerà in tal modo a quella dell'aria esterna, e così gli errori saranno poco sensibili.

Secondo metodo per raffreddamento.

61. Siccome è conosciuto, che un corpo più domanda calorico per innalzarsi ad una certa temperatura, più tarderà per tornare a quella di prima, si è così stabilito il mezzo di conoscerne il calorico specifico di ciascuno: esso poggia nell'osservare i tempi che impiegano i differenti corpi, presi sotto lo stesso volume e portati alla stessa temperatura, per raffreddarsi di un egual numero di gradi, badando di dare a tutti la stessa superficie raggiante. Se i corpi sono liquidi, o in polvere, si racchiudono successivamente in uno stesso vaso cilindrico di argento molto sottile, e volendo paragonare il calorico specifico di due corpi solidi, come p. e. del ferro e dello stagno, possono formarsi con essi medesimi de' cilindri eguali in volume ed in lunghezza, ed osservare i tempi del raffreddamento, sospendendoli nell'aria col mezzo di fili di seta, e notando il tempo che ciascuno impiega per raffreddarsi; imperocchè la quantità totale di calorico che avranno abbandonata i due corpi, dovrà essere nei rapporti del tempo.

Trattandosi di operare sopra corpi liquidi, o solidi polverizzati, si metteranno ne' vasi come si è detto più innanzi, tenendo conto del loro calorico specifico. Con questo metodo, Dulong e Petit, e quindi Despretz, hanno ottenuti de' risultamenti che coincidono con quelli che si erano avuti co' metodi precedenti.

62. Irvine e Crawfford cercarono stabilire, che il calorico specifico de' corpi composti paragonato a quello degli elementi che li formano, sia minore, quando nella combinazione di questi vi è maggiore sviluppo di calorico; ed al contrario. Gli ultimi sperimenti però di Petit e Dulong, pare che confutino quelli de' due fisici precedenti. Essi han trovato, che le quantità più o meno grande di calorico che sviluppasi nella combinazione de' corpi, non ha alcun rapporto colla capacità degli elementi; e che anche, il più delle volte questa perdita di calorico non è seguita da alcuna diminuzione nella capacità de' composti che ne risultano. Così nel combinarsi

lo zolfo al piombo, sviluppasi gran quantità di calorico; intanto l'esperienza ha provato, che questi elementi hanno precisamente la stessa capacità del solfuro di piombo che ne risulta, e così per tanti altri simili esempi.

Del calorico specifico de' gas, sarà fatta parola nel trattato de' gas, dopo lo studio degl' imponderabili.

Del cambiamento di stato de' corpi.

63. Si è detto altrove (§. 25), che dalla forza ripulsiva del calorico, e da quella dell' attrazione molecolare, dipende lo stato diverso de' corpi; così essi si presentano sotto i nostri occhi ora solidi, ora liquidi o fluidi, ed ora aeriformi. Questi cambiamenti avvengono nella ragion diretta, con assorbimento di calorico, nella inversa con l' evoluzione di esso. Un solido per passare a liquido deve assorbir calorico, e più ne sottrarrà da' corpi che lo circondano se da liquido debbe mutarsi in gas o vapore. Il contrario accade quando da gas dovesse passare a liquido, e da liquido a solido, cioè che allora sviluppa calorico. L' acqua dallo stato solido passando a quello di liquido assorbisce calorico, e più ne abbisognerà quando deve cambiarsi in vapori; e viceversa.

Sorgenti del calorico.

64. Il calorico sensibile che a noi fa provare la sensazione del calore, ci viene trasmesso da diversi corpi ed in differenti circostanze. Questi mezzi da' chimici vengon chiamati *fonte* o *sorgenti* del calorico, che possonsi ridurre a cinque, cioè al *sole*, alla *combustione*, alla *percussione*, ad alcuni *miscugli*, ed all' *elettricità*.

È superfluo addurre esempi per provare che il calorico si emana da' corpi in combustione, poichè quella de' carboni, delle legna, delle candele ordinarie ec. a tutti nota, ne sviluppano una quantità prodigiosa: lo stesso dicasi pei raggi del sole.

La compressione dell'aria (§. 52.), la percussione di un metallo sopra un'incudine, sono bastanti a produrre tanto calorico da poter comunicare la combustione all' esca. L'unione dell' acido solforico coll' acqua, e di questa colla calce, sono anche de' mezzi sufficienti a sviluppare molto calorico. Gli effetti dell' *elettricità* saranno conosciuti parlando del fluido elettrico.

Del fuoco.

65. Il fuoco è un composto di calorico e luce, e non più una sostanza elementare, come si era creduto dagli antichi. Esso è il risultamento della combustione di un corpo. (V. Combustione).

Siccome il fuoco è l'agente generale che somministra tutto il calorico necessario per innalzare la temperatura ne' corpi, così può farsi una facile applicazione delle leggi dell' irridiazione e dell' emissione dalle superficie dei corpi (§§. 26 e 30), a vantaggio delle arti e dell'economia domestica, come ha fatto il Conte di Rumford (1).

Così p. e. le sostanze che si destinano alla costruzione de' forni, debbono essere più o meno refrattarie, secondo il calore che avranno a sostenere. Le superficie de' forni non dovranno farsi di metallo, ma di materia petrosa o terrosa, e molto levigate onde sieno meno facili a condurre e disperdere il calorico, essendo così più atte a communicarlo a' vasi per mezzo dell' irradiamento. All' opposto, ma sui medesimi principii, saranno fatti i vasi destinati a ritenere il calore, cioè di metallo, levigati e tersi il più possibile, affinchè il potere emissivo sia sommamente debole. (V. da' §§. 30 a 33). I tubi che servono a trasportare il vapore ovvero l'aria calda per riscaldare gli appartamenti ec. si faranno levigati nella parte che passa pe' luoghi che non devono essere riscaldati, ed al contrario rugosi, o coperti di una materia raggiante al più alto grado possibile, come sarebbe il nero fumo (§. 30), o la piombaggine, in quella parte che attraversa luoghi che voglionsi riscaldare. Gli utenzili di cucina debbono essere anneriti e non tersi nella parte esterna, affinchè il loro potere assorbente pel calorico sia più forte; similmente le superficie delle stufe si faranno piuttosto di sostanza terrosa che di sostanza metallica, onde comunichino più facilmente il calorico per raggiamento. E finalmente possono in molte circo-

(1) V. le Memorie del Conte di Rumford nelle Philosoph. Transact. 1814, p. 178.

stanze garantirsi i tubi, destinati a trasportare l'acqua riscaldata o il suo vapore ad una più o meno distanza, covrendoli esternamente di un corpo non conduttore del calorico, come con de' panni di lana, col carbone in polvere impastato con colla ordinaria ec.

Del freddo.

66. Sulla teoria (63), che quando i corpi passano dallo stato solido a quello di liquido, e da questo a quello di *gas* o vapori, assorbono calorico, è fondata quella che ci produce la sensazione del *freddo.*

Alcuni fisici, come Muscembroek e de Mairan, considerarono il freddo come una materia salina, che aveva molta analogia col nitro, nella quale vi supponevano l'esistenza delle *particelle frigorifiche.* Questa teoria confutata da Blak, fu sostenuta nuovamente dalle sperienze di Pictet, e di de Saussure (37) (1); ma Prévost ha provato decisivamente che tutt' i fenomeni del freddo, si spiegano per una mancanza di calorico (37).

Il freddo assoluto non si è potuto provare, perchè nessuno è giunto ancora a privare interamente un corpo di calorico, e determinarne la quantità assoluta. Esso intanto ci vien prodotto dalla *dilatazione dell' aria ; dalle correnti di aria ;* dell' *evaporazione* de' liquidi molto volatili; e dalla *soluzione* di certi sali.

67. *Per la dilatazione dell' aria.* Dilatando l'aria in una campana posta sopra una macchina pneumatica, e nell'interno essendovi un termometro, il mercurio vi si vedrà discendere di alcuni gradi; e ciò perchè l'aria nel dilatarsi assorbe una quantità di calorico dall' istesso termometro, e quindi ne diminuisce la temperatura.

68. *Per le correnti dell' aria.* L'aria agendo successivamente su i corpi riscaldati ne sottrae calorico, e per conseguenza ne favorisce il raffreddamento. Questo effetto non ha luogo su i termometri, perchè l'aria trovasi alla stessa temperatura.

69. *Per l' evaporazione.* Bagnando la palla di un ter-

---

(1) Annal. de chim. LXXI. 259.

mometro ad aria od a mercurio coll' etere, o coll'alcool, si osserverà ch' essi segneranno gradi di freddo. Ciò dipende dalla volatilizzazione de' liquidi suddetti, la quale per operarsi assorbendo calorico da' termometri ne produce l' abbassamento di temperatura. La stessa sensazione di freddo producono in noi questi stessi liquidi applicati sulla mano, o in qualunque altra parte del nostro corpo.

70. Cullen sembra che sia stato il primo fisico, il quale abbia bene esaminate le leggi della produzione del freddo per mezzzo dell' *evaporazione*. Egli stabilì che il freddo è tanto più grande per quanto la pressione dell'aria è più debole, e soprattutto nel vôto, ove l'evaporazione è più rapida; che questa evaporazione è più forte in un aria secca e calda, che in un aria fredda ed umida, e che i liquidi producono tanto più freddo colla loro evaporazione, per quanto più sono volatili: ed ecco perchè l'etere puro messo sulla mano produce nu freddo sensibilissimo. Lo stesso Cullen giunse a congelar l' acqua nel vôto, mettendola in un vaso immerso in un altro che conteneva l' etere nitroso.

Ma siam tenuti a Leslie di Edimburg per un applicazione più semplice di questo principio onde congelar l'acqua. Egli dunque ad oggetto di rendere l'evaporazione dell' acqua più pronta, sostituì all' etere nitroso l' acido solforico, operando similmente nel vôto, sotto di una campana posta sul piatto di una macchina pneumatica. Quest' acido ha il vantaggio di assorbire prontamente il vapore dell'acqua senza disperderlo, e senza che esso stesso si vaporizzi: non così accade nell' altro sperimento, in cui dopo essersi estratta l' aria dalla campana, deve proseguirsi ad estrarre il vapore dell' acqua e dell' etere, rendendosi così l' operazione più lunga; ma in quello di Leslie, fatto una volta il vôto, la congelazione accade da se e prontamente (1).

71. *Per la soluzione di alcuni sali.* Ciò che abbiamo

(1) Per la riuscita dello sperimento è duopo servirsi di acido concentratissimo, ed agitare un poco l'acqua, collo scuotere leggiermente la macchina, poichè è conosciuto che questo liquido può raffreddarsi molti gradi sotto il zero, e non diviene solido che quando è rimosso.

esposto relativamente all' evaporazione de' liquidi, ed alla dilatazione dell'aria, si può dire presso a poco per la soluzione de' sali. Così parlando del cambiamento di stato dei corpi, abbiam fatto conoscere, che questi passando dallo stato solido a quello di liquidi, assorbono calorico, che prendono da'corpi circostanti e da quelli con cui sono in contatto; allora nell'unione di un sale col ghiaccio, quando accade con maggiore prontezza la sua soluzione, il freddo che si produce sarà più grande. Farenheit fece i primi sperimenti su i miscugli frigorifici; ma Walker (1) e Lowitz (2), vi han fatto dopo delle addizioni interessanti, i cui risultamenti sono quelli qui appresso notati.

(1) Bhil. Transact. 1801 pag. 120.
(2) Ann. de chim. XXII 299 e XXIX, 201.

TAVOLA I.

Miscugli frigorifici senza ghiaccio.

Miscugli . . . . Parti		Abbassamento del termom. centig.	gradi di freddo prodotto
Idro-clorato di ammoniaca.	5	da + 10°, a — 12	22
Nitrato di potassa.	5		
Acqua	16		
Idro-clorato di ammoniaca.	5	da + 10°, a — 16°	26
Nitrato di potassa	5		
Solfato di soda	8		
Acqua	16		
Nitrato di ammoniaca . . .	1	da + 10°, a — 16°	26
Acqua	1		
Nitrato di ammoniaca . . .	1	da + 10.°, a — 22°	32
Carbonato di soda.	1		
Acqua.	1		
Solfato di soda	6	da + 10.°, a — 23°	33
Idro-clorato di ammoniaca.	4		
Nitrato di potassa	2		
Acido nitrico	2		
Acqua	2		
Solfato di soda.	6	da + 10°, a — 26°	36
Nitrato di ammoniaca . . .	5		
Acido nitrico.	2		
Acqua	2		
Solfato di soda	9	da + 10°, a — 29°	39
Nitrato di ammoniaca. . .	6		
Acido nitrico	2		
Acqua	2		

TAVOLA II.

Miscugli frigorifici col ghiaccio.

Miscugli	Parti	Abbassamento del termom. centig.	Gradi di freddo prodotto
Neve o ghiaccio pesto	2	a partire da ogni temperatura a — 20°	»
Idro-clorato di soda	1		
Neve, o ghiaccio pesto	5	a — 24°	»
Idro-clorato di soda	2		
Idro-clorato di ammoniaca	1		
Neve o ghiaccio pesto	24	a — 28°	»
Idro-clorato di soda	10		
.... di ammoniaca	5		
Nitrato di potassa	5		
Neve o ghiaccio pesto	12	a — 31°	»
Idro-clorato di soda	5		
Nitrato di ammoniaca	5		
Neve	3	da o a — 30°	30
Acido solforico allungato	2		
Neve	8	da o a — 33°	33
Acido idro-clorico allungato	5		
Neve	7	da o a — 34°	34
Acido nitrico allungato	4		
Neve	4	da o a — 40°	40
Idro-clorato di calce	5		
Neve	2	da o a — 45°	45
Idro-clorato di calce	3		
Neve	3	da o a — 46°	46
Potassa	4		

TAVOLA III.

Abbassamento di temperatura prodotto dalle combinazioni de' miscugli frigorifici.

Miscugli	Parti	Abbassamento del termom. centig.	Gradi di freddo prodotto
Fosfato di soda Nitrato di ammoniaca Acido nitrico allungato	5 3 4	da — 32° a — 36°	4
Fosfato di soda Nitrato di ammoniaca Miscuglio di acidi allungati.	3 2 4	da — 36° a — 46.	10
Neve Acido nitrico allungato	3 2	da — 32° a — 43°	11
Neve Idro-clorato di calce	3 4	da — 7° a — 44°	37
Neve Idro-clorato di calce	2 3	da — 9° a — 55°	46
Neve Idroclorato di calce	1 3	da — 40° a — 58°	18
Neve Acido solforico allungato	8 10	da — 55° a — 66°	13(1)

(1) Per produrre l' abbassamento di temperatura con i miscugli indicati, è necessario che le sostanze solide sieno ben polverizzate e mescolate il più presto possibile. Quando poi si richiedesse un freddo più intenso, allora si esporranno le sostanze del miscuglio all'azione di un altro miscuglio frigorifico prima di adoperarle.

SEZIONE SECONDA.

Della luce.

72. Lasciando da parte alcune qualità fisiche della luce, ed in particolare quelle della sua velocità, che secondo Roemer è grandissima, poichè percorre 70, 000 leghe per minuto secondo, ed impiega appena 8 minuti e 13 secondi per attraversare lo spazio immenso tra il sole e la terra; non che quelle del suo movimento, e del senso della vista, che costituiscono l' *ottica*, tratteremo più particolarmente delle sue proprietà chimiche, e delle principali qualità fisiche de' suoi raggi colorati.

Natura della luce.

73. I fisici non sono d'accordo nell'ammettere se la luce ci venga direttamente da' corpi luminosi, come lo pretende Newton, o si trovi sparsa nell'Universo e posta in vibrazione da questi corpi, come vogliono Hoocke, Descartes, Huygens, ed Eulero; come ancora se sia una modificazione del calorico, o pure due fluidi perfettamente identici.

Coloro i quali negano l' esistenza di un corpo materiale nella luce, suppongono che tutto lo spazio della natura sia ripieno di un fluido eminentemente sottile, che chiamano *etere*, il quale messo in vibrazione da' corpi luminosi, si producono delle *ondolazioni*, da cui resultano la visione e tutt' i fenomeni d' *ottica*. Secondo poi gli altri fisici, alla cui testa trovasi Newton, si ammette che i corpi luminosi emanino da tutte le parti molecole infinitamente sottili di un fluido imponderabile, che essi chiamano *fluido luminoso*, e che queste stesse molecole son quelle che vengono a colpire i nostri sensi, a riflettersi sui corpi, a riscaldarli ec.

Questi due sistemi, che son conosciuti, il primo col nome di *sistema delle ondolazioni*, ed il secondo con quello di *sistema dell' emissione*, sebbene spiegassero più o meno facilmente i fenomeni prodotti dalla luce, pure van soggetti a molte objezioni. Il sistema dell' emissione p. e. nell' atto che spiega meglio il camino retti-

lineo costante della luce, suppone poi una perdita di sostanza, ciò che non si concilia con un gran numero di fatti; ed il sistema delle ondolazioni, che si presta meglio al calcolo, è esso il solo che permette di concepire come due luci riunite sotto un dato angolo possono produrre l' oscurità; il che non sembra accordarsi ammettendo la preesistenza dell'etere, colla supposizione necessaria del vôto assoluto nello spazio pe' movimenti dei corpi. Ma quando si rifletta che nel sistema delle ondolazioni l' *intensità di luce* dipende dall' *intensità delle vibrazioni dell' etere*, e la sua natura, cioè la visione degli oggetti che produce, deriva dalla *durata delle oscillazioni* e dalla *lunghezza dell' ondolazione*, la quale è sempre proporzionale a questo movimento, cesserà ogni sorpresa allorchè si considera che la luce essendo il prodotto del movimento in etere eminentemente sottile ed elastico, se questo cessa deve avvenirne l'oscurità. E di fatti se due onde si muovono in direzione contraria, cioè una in avanti, che si è detta di *condensazione*, e l' altra indietro, chiamata di *rarefazione*, finisce ogni movimento ondolatorio nell'etere, e quindi ne avviene l' oscurità.

Grimaldi aveva osservata l' influenza mutua de' raggi; ma Young fu il primo a dimostrare che in certe circostanze *la luce aggiunta a più luce produce l' oscurità*, e lo chiamò *fenomeno dell' interferenze*. Può somigliarsi *l' interferenza delle onde* a ciò che accade in un acqua tranquilla quando vi si getta una pietra, o un altro corpo solido; ovvero quando due gruppi di onde del mare una va su la riva, e l' altra ritorna, nell' incontrarsi restano immobili. Così quando si fanno arrivare p. e. da un punto A due raggi di luce mediante due specchi posti in una posizione verticale, in modo che fra loro fanno un piccolo angolo, essi produrranno una luce più intensa; ma se si allontana uno de' due specchi sino a che uno de' due raggi avendo percorso maggior camino arrivi nello stesso punto A, allora vibrando in questo senso contrario, accaderà che neutralizzandosi i movimenti ne avviene riposo, e quindi oscurità in questo punto.

74. In siffatta difficoltà di spiegare esattamente i fenomeni della luce, co' due sistemi, venne a preferenza adot-

tato quello dell' *emissione*, considerando cioè la luce come un corpo materiale imponderabile alle nostre bilance, che ci viene trasmesso dal sole, dalle stelle fisse e da' corpi in combustione ec., e che ci produce il chiarore col quale distinguiamo i corpi che ci circondano, perchè illuminati dallo stesso fluido. Ma questa ipotesi sebbene si accordasse meglio co' fenomeni volgari, essendo la sua intelligenza di una facilità superiore a quella delle *ondulazioni*; par che ora non vada in armonia co' nuovi fatti aggiunti alla teorica della luce da Fresnel, da Arago, e da altri fisici distinti, dopo i quali il sistema delle ondolazioni acquista più probabilità, che quello dell' emissione.

75. I due sistemi intanto si conciliano egualmente bene nel maggior numero de' fatti. In quello delle ondolazioni invece di supporre che i corpi luminosi emanino la luce, si dirà che essi non sono che centro di scuotimenti della materia eterea, la quale poi rimossa siegue lo stesso camino rettilineo che la materia luminosa, e che come questa si riflette e si rifrange colle stesse leggi. (1) Ma perchè

(1) In questo sistema delle ondulazioni si suppone che i corpi luminosi contengono molecole capaci di produrre in tutti gli stati possibili movimenti di vibrazione. Lo scuotimento prodotto in un punto qualunque da uo fluido di densità ed elasticità uniforme deve propagarsi in tutt' i sensi colla stessa celerità; quindi tutt' i punti smossi nel medesimo istante debbono trovarsi su di una superficie sferica che rappresenta quella di un onda. In un mezzo elastico ed omogeneo, ogni scuotimento si propaga nella stessa direzione, e si comunica successivamente da parte in parte, come avviene quando una palla ne urta un altra di massa uguale, a cui comunicando il suo movimento essa resta in riposo.

Si chiamano raggi le linee dritte tirate dal centro dello scuotimento ai differenti punti di questa superficie sferica, le quali dinotano la direzione della propagazione del movimento. Una oscillazione luminosa si compone di malecole eteree che partano e ritornano, di modo che messa una in movimento nel senso AB, l' oscillazione è il camino AB, più il camino BA. Così due molecole poste su lo stesso raggio luminoso si trovàoo distante l' una dall' altra per una intiera lunghezza di ondolazione, e durante il movimento avranno negli stessi istanti celerità uguali nella medesima direzione; se poi sono ad eguali distanze, ma nella lunghezza di una mezza ondolazione, il movimento principia e continua a tempi uguali con la stessa celerità diretti però in sensi contrari. Quindi la prima molecola smossa comunicherà il suo movimento alla seconda, alla terza e così di seguito. Ma

l' applicazione del sistema delle ondolazioni più alla fisica che alla chimica si appartiene, basterà averlo qui solamente esposto, ed in una maniera generale. Ciò non ostante non tralasceremo di spiegare alcune delle più importanti qualità fisiche delle luce, considerandola secondo il sistema delle emissione, che si emana da' corpi luminosi, spiegandosi con esso egualmente bene i fenomeni che si vogliono quì rapportare.

De' raggi della luce.

76. La luce ci viene da' corpi luminosi quasi sempre in unione del calorico, ma costantemente in forma di raggi come quest' ultimo; ed allorchè essi investono un corpo, questo diviene visibile, perchè i raggi sono respinti indietro dalla sua superficie, in forza delle leggi che ci sono insegnate dalla fisica; e perchè v' hanno altri corpi che lasciano passare i raggi della luce, la quale sembra che penetri in tutta la loro sostanza, rendendoli anche visibili, perciò i primi furono chiamati corpi *opachi*, o *non conduttori* della luce, ed i secondi corpi *diafani*, *trasparenti*, o *conduttori* della luce.

Rifrazione della luce.

77. Si chiama *rifrazione* o *forza rifrattiva*, quella deviazione che prova la luce nel passare pe' *mezzi* (corpi) diafani, quando la sua direzione non è perpendicolare alla loro superficie. Il punto pel quale la luce entra in un mezzo, dicesi punto di *immersione*, e quello pel quale ne esce, si chiama punto di *emergenza*. Così quando un raggio di luce traversa lo stesso mezzo, o quando cade perpendicolarmente in una superficie o mezzo trasparente, esso lo traversa senza cambiar direzione, diminuendo solo nella sua intensità; ma se questo raggio cade obbliquamente su la stessa superficie, cambia direzione, ed è *rifratto*. Allorchè poi la luce passa da un mez-

---

perchè la seconda molecola non sarà mossa che dopo la prima, questa ritornerà nella sua posizione iniziale, allorchè l' altra ancora oscilla nel senso primitivo. Da ciò ne segue, che le molecole successivamente smosse essendo in ritardo le une sulle altre, vi sarà una molecola AB che comincia a muoversi nella direzione AB quando la prima ritorna sul senso BA, e quindi la distanza essere la mezza ondolazione.

zo meno denso, come l'aria, ad un mezzo più denso, come il vetro, la direzione del raggio è cambiata, in modo che essa si avvicina alla perpendicolare, tirata alla superficie e nel punto d'immersione del raggio; se all'opposto la luce passa dal vetro nell'aria, l'inversa ha luogo, perchè questo raggio viene allontanato dalla perpendicolare. Su tale proprietà è fondato il seguente sperimento: pongasi una moneta in un vaso formato da un corpo opaco, e si allontani l'osservatore in modo che l'orlo del vaso la nasconda all'occhio: essa diverrà visibile allorchè il vaso comincia a riempirsi di acqua.

78. Questa proprietà che hanno i corpi di rifrangere la luce, varia secondo la loro diversa natura. Ha potuto stabilirsi in generale, che i combustibili la posseggono al più alto grado; ed ecco perchè il diamante, la nafta, il gas idrogeno, rifrangono i raggi luminosi con più energia di quello che dovrebbe accadere, avuto riguardo alla loro densità.

La quantità della rifrazione è relativa per uno stesso corpo, al maggiore o minor grado di obliquità del raggio incidente; e nei diversi corpi essa è nella ragion composta della densità e della proprietà combustibile de'corpi medesimi. Dietro questa legge Newton suppose che tali corpi contenevano una materia combustibile, poichè l'idrogeno, corpo allora conosciuto come combustibile, che è circa 13 volte meno pesante dell'aria, rifrange la luce con una forza 7 volte più grande dell'aria stessa. Quella parte dell'ottica che tratta delle leggi di rifrazione dicesi *diottrica* da *dia* per, attraverso, *optamai* vedere, cioè vedere attraverso.

Doppia rifrazione.

79. Il modo di cambiarsi la direzione de'raggi, che abbiam chiamato *rifrazione*, non è il solo fenomeno di quest'ordine che ci presentano i corpi trasparenti. Si è osservato che molti di questi corpi cristallizzati, tra quali il carbonato di calce (*spato d'Islanda*), oltre che rifrangono la luce come gli altri corpi, ne allontanano un'altra porzione, seguendo un modo straordinario; ed ha luogo questa deviazione uniformemente, e tutta all'intorno di una certa direzione del cristallo, che si chiama *as-*

se del cristallo. In fatti se mettasi un cristallo di spato d'Islanda sopra un pezzo di carta bianca, ove si sarà segnato un punto nero, si vedranno due punti attraverso il cristallo, e, se questo facciasi girare, si osserverà che uno de' due punti resta fisso e l'altro gira intorno. Questo fenomeno che si attribuisce alla *polarizzazione* della luce, è quello che dicesi *doppia* rifrazione. (V. *polarizzazione della luce* ec.)

Riflessione.

80. Allorchè un raggio di luce incontra un ostacolo che l'impedisce di passare oltre, dopo di essere entrato sotto un grado di obliquità, se l'ostacolo è trasparente, esso ritorna indietro, dopo essersi ripiegato verso il mezzo che aveva penetrato. Si dà il nome di *riflessione* a questo cambiamento di direzione nel movimento del raggio che allora dicesi *riflesso.* Si chiama *angolo d' incidenza* l'angolo formato dalla prima direzione del *raggio incidente* con la superficie, ed *angolo di riflessione* quello che forma il *raggio riflesso* colla stessa superficie: questi due angoli, come resulta da ripetuti sperimenti, sono eguali e posti in uno stesso piano perpendicolare alla superficie di riflessione (§. 29).

Se la superficie di un corpo è levigata, come quella di un metallo o di uno specchio, i raggi che vi cadono perpendicolarmente o obbliquamente non vi entrano affatto: i primi tornano per lo stesso camino, e gli ultimi sieguono la legge di riflessione, cioè formano un angolo di riflessione eguale a quello della loro incidenza. Tutte le superficie possono riflettere un numero più o meno grande di raggi obliqui; ed i raggi non si riflettono, che nella superficie de'corpi (1). La parte dell'otti-

(1) Si dice *rifrazione ordinaria* quella che ha luogo per l'influenza generale e combinata della densità e della combustibilità dei mezzi, e *rifrazione straordinaria*, quella che ha luogo in seguito della *polarizzazione* della luce (§. 82).

Chiamasi poi *rifrattivo*, ciò che produce la *rifrazione*; *mezzo rifrattivo*, i corpi trasparenti che rifrangono la luce; ed *angolo rifrattivo*, quello che forma le due faccie di un prisma per le quali entra ed esce il raggio rifratto.

Si dice sovente *potere rifrattivo*, parlando della forza colla quale un

ca che esamina le leggi della riflessione si chiama *catottrica*, da *catoptron* che significa specchio, *cata* contro, ed *optamai*, vedere, cioè veder contro specchio.

Diffrazione.

81. Grimaldi è stato il primo fisico che abbia scoperto e studiato con esattezza le modificazioni che prova la luce nel passare che fa per le estremità de' corpi. Così quando facciasi entrare un fascio di luce in una camera oscura, per un picciol foro di metallo, si osserva che le ombre de' corpi (2), invece di esser terminate chiaramente, in quel modo stesso se fossero recise, come avviene allorchè la luce cammina sempre in linea retta, sono orlate di tre france colorate ben distinte, le cui larghezze sono ineguali, e vanno diminuendo dalla prima all' ultima.

Oltre alle *france esterne*, Grimaldi potè conoscere anche le *france interne*, ciò che sfuggì alle osservazioni di Newton: così quando il corpo interposto è perfettamente dritto, come un filo sottilissimo di ferro, si ravvisano anche le france nella sua ombra, che sembra divisa da fasce oscure, e da altre più chiare, poste a distanze eguali le une dalle altre.

Il Dottor Young dimostrò dopo, che per la formazione delle france interne, vi è duopo del concorso di due fascetti luminosi; e Fresnel aggiunse a questi sperimenti altre considerazioni di non minore importanza, che sono di dominio esclusivo della fisica.

Polarizzazione de' raggi luminosi.

82. Malus conobbe il primo che la luce aveva la proprietà di polarizzarsi, e paragonò l'effetto di tali forze a quelle di una calamità che farebbe rivolgere nella stessa direzione tutt' i poli di una serie di aghi magnetici. Questi sperimenti confirmati ed estesi maggiormente da Biot ed Arago, da Brewster e da W. Herschell, dettero motivo a Bérard di conoscere, dopo altre sue ricerche, che

---

mezzo rifrange la luce, e *rifrangibilità* quella facoltà di cui godono i raggi della luce o del calorico di essere rifratti, passando da un mezzo in un altro.

(1) Resulta dagli sperimenti di Malus e di Berthollet, che gli effetti diffrattivi de' diversi corpi sono sensibilmente i medesimi.

i raggi del calorico sono suscettivi di polarizzarsi come quelli della luce (1).

Si prova la *polarizzazione* della luce nel modo seguente: se facciasi cadere un raggio luminoso sopra una lama obliqua di vetro, sotto un angolo d'incidenza di 35°, 25', in modo da rifletterlo in alto, questo raggio sarà talmente modificato, che una seconda lama di vetro posta sotto lo stesso angolo, e nella stessa direzione, non più lo rifletterà, mentre che la stessa lama di vetro posta nel senso opposto lo rifletterà molto bene: ciò dimostra che ciascuna molecola luminosa di questo raggio, trovasi allora in uno stato tale, da mostrare le due estremità dotate di proprietà opposte, presso a poco come lo sarebbero i piccoli aghi calamitati che hanno ciascuno i due poli. In questo significato appunto è che si usa sovente l'espressione *polarizzazione della luce, o del calorico*, poichè sembra apertamente che la prima lama di vetro agisca sulla luce, come farebbe una calamita molto forte sopra una quantità di piccoli aghi calamitati, mobili sul loro asse, che si rivolterebbero tutti allo stesso modo all'avvicinarvisi una forte calamita, ancorchè posti co' poli contrari a quelli della calamita. Dopo ciò si ammette, che le molecole della luce ordinaria hanno i loro poli rivolti differentemente in tutt' i sensi; e ciò dà la spiegazione del perchè taluni sono riflessi, ed altri trasmessi; come accade quando i piani di vetro riflessori sono disposti parallelamente fra loro, la luce è riflessa, e trasmessa, se sono posti in una posizione perpendicolare l'uno rimpetto dell'altro.

83. Avendo esposte le proprietà de' raggi della luce, supponendoli come semplici, o come ci vengono direttamente dal sole, ci resta ad esaminare la scomposizione dei medesimi, per conoscerne la loro particolare azione sui composti chimici, e come essi così divisi possono considerarsi la cagione de' colori nei corpi.

Analisi de' raggi luminosi.

84. Allorchè si fa passare per un foro praticato in una camera oscura un fascio di luce bianca attraverso di un

(1) Annales of Philosoph. II, 16.

prisma di cristallo, indipendentemente dalla rifrazione che la luce prova attraverso i corpi o i mezzi trasparenti, questo fascio di luce si divide in sette colori differenti, i quali, come ha osservato Newton la prima volta, sono disposti nell' ordine seguente:

Rosso, *arancio*, *giallo*, *verde*, *turchino*, *indaco*, *violetto*.

85. Tali raggi colorati non provano lo stesso grado di rifrazione, di modo che se dividasi l'immagine colorata prodotta in 360 parti, il rosso ne occuperà 46, l'arancio 26, il giallo 48, il verde 60, il turchino 60, l' indaco 40 ed il violetto 80. Ciò posto, i raggi rossi che occupano uno degli estremi dello spettro, essendo quelli che provano per mezzo del prisma meno di curvatura dalla direzione del raggio bianco, sono considerati come i raggi che vengono meno rifratti, o meno rifrangibili; mentre che i raggi violetti che si trovano sempre all' altro estremo, sono i più rifrangibili (§. 26). Questa differenza di rifrangibilità ne' suddetti raggi, allorchè la luce attraversa il prisma, in vece di una immagine rotonda e bianca, ne dà una molto lunga e colorata, che è quella che poi forma lo *spettro solare*.

86. Ogni altra luce come quella del sole, può esser divisa allo stesso modo, e questo allontanamento ha luogo ogni qual volta la luce viene rifratta da un corpo qualunque.

Molti fisici non ammettono che la luce bianca resulti da sette colori distinti, credendo che questi si producano dalla riunione della luce con le quantità differenti di calorico; ma perchè la luce bianca una volta scomposta per quanto si cercasse di riprodurla come prima, i raggi colorati non si riuniscono che imperfettamente, così si ebbe maggiore probabilità nell' ammettere l' ipotesi Newtoniana, che cioè la luce contenga i setti colori descritti.

87. La disposizione intanto de' colori nello spettro solare fa supporre che non tutti possono considerarsi come *colori primitivi*, dappoichè oltre che v' hanno anche de' *colori secondari* frapposti a quelli che sono conosciuti primitivi, si osserva altresì che il verde p. e. che resulta dal giallo e dal turchino, trovasi nel mezzo di essi; e l' a-

rancio che sta in mezzo al rosso ed al giallo, vien prodotto similmente dagli stessi due colori. Oltre a queste considerazioni vi ha dippiù, cioè che se riuniscasi per mezzo di una lente il giallo ed il rosso, si otterrà l' arancio, e lo stesso si avrà riunendo il giallo ed il turchino i quali produrranno il verde. Vi ha però una differenza essenziale fra il verde e l' arancio artificiale, e le stesse tinte date immediatamente dallo spettro solare, perchè queste sono affatto inalterabili ed indivisibili; mentre il verde ed il giallo artificiali sono separati dal prisma ne' loro colori elementari.

88. La separazione de' colori può prodursi per riflessione e per rifrazione. Così quando si fa cadere la luce sopra un corpo opaco, questo rimanda all' occhio de' raggi che fanno l' impressione del turchino, del rosso, e di ogni altro colore medio: ciò deve fare ammettere che i corpi bianchi riflettono tutta la luce, che i neri l' assorbono completamente, e che i corpi diversamente colorati assorbono tutti gli altri colori, meno che quello che gli è proprio, il quale viene riflesso; ed è appunto a questo che viene attribuito il coloramento de' corpi.

89. Allorchè i sette raggi colorati si riuniscono per mezzo di una forte lente ustoria, si ha la luce bianca come prima, ma adoperando una semplice lente di camera oscura, i raggi colorati oltre che non vengono riuniti, acquistano, come ho più volte osservato, un colore più intenso, ciò che può renderli più atti a conoscerne le loro proprietà più importanti. Intanto la produzione della luce bianca ha luogo solo al punto del foco, ove manifestasi nelle estremità anche colorata; ma la fisica non conosce ancora de' mezzi onde riprodurre esattamente la luce bianca come era prima di passare attraverso il prisma. Vi ha però un mezzo da ottenere questo effetto, ma in un modo indiretto. Si abbia p. e. un disco di cartone tagliato nel mezzo, in maniera che presenti esattamente i sette raggi colorati nella grandezza di sopra enunciata (§. 85), e dipinti cogli stessi colori dello spettro i più vivi possibili, il disco parrà perfettamente bianco, allorchè si farà girare rapidamente nel suo asse.

90. Per acquistare un idea del come avvenga che i raggi luminosi senza scomporsi, concentrati in una forte lente, possano produrre un intensità tale di calore, da superare anche quello delle migliori fucine, è duopo conoscere, che quando i raggi luminosi traversano una lente convessa nelle due facce, essi provano verso il centro di questa lente una rifrazione tale da prendere la forma di un cono dietro della medesima, e che ad una certa distanza, la quale varia secondo la più o meno grande convessità della lente, si riuniscono in un sol punto, che si chiama *foco*. Dopo ciò tutto il calorico contenuto ne' raggi solari che avrebbe dovuto disperdersi su di una superficie più o meno estesa di vetro ardente, viene deposto e concentrato in un sol punto, e così agisce sul corpo opaco che si mette ad una rispettiva distanza. Si osserverà solamente, che il foco de' raggi *calorifici* non coincide esattamente con quello de' raggi luminosi; e siccome i raggi calorifici, come i meno rifrangibili, provano una rifrazione meno grande di quella dei raggi luminosi, così si troverà il loro foco ad una piccola distanza appena sensibile, dietro di questi ultimi.

91. Da che si conosce che i corpi trasparenti si riscaldano meno di quegli opachi, purchè non scompongano sensibilmente la luce, si è spiegato perchè un freddo perpetuo regna nelle alte regioni dell'atmosfera, come lo hanno provato Gay-Lussac, Brioschi ed altri fisici ne' loro viaggi areobatici; dappoichè ivi i raggi passando per un mezzo infinitamente raro, non incontrano alcun corpo che possa sottrarli il calorico. Per questa stessa ragione il calore è debolissimo nella sommità de' monti, perchè ivi i raggi imbattendosi in una massa assai tenue di materia, il calorico attirato da questa viene subito disperso nell'aria che la circonda. A ciò si aggiunga, che ne' tempi caldi i raggi del sole cadendo obbliquamente sul pendio dei monti, debbono essere meno densi, e maggiormente riflessi.

92. Siccome da quanto si è esposto resulta che v'hanno dei corpi che possono assorbire totalmente la luce e sviluppare tutto il calorico, ed altri che hanno la facoltà di assorbire taluni raggi e rifletterne altri, così dietro questa

proprietà Pictet immaginò il primo uno strumento col quale si avesse potuto conoscere o misurare l'intensità della luce, ed a cui diede il nome di *fotometro*.

Questo strumento, che somiglia al termometro differenziale di Leslie (§. 41), colla differenza solamente che esso ha una delle sue sfere annerita, può rimpiazzarsi per le osservazioni di tal natura, come lo ha fatto Leslie, con due termometri sensibilmente eguali, avendo però uno di essi la palla o il cilindro dove sta il liquido annerita: nell'oscuro essi segnano gli stessi gradi, ma in piena luce quello che ha la palla annerita, ne segna più dell'altro; ed i gradi saranno maggiori a seconda che la luce è più forte. Leslie ha provato con questo mezzo, che l'intensità della luce solare è 12,000 volte superiore a quella di una candela.

Proprietà calorifiche ed illuminanti de' raggi luminosi.

93. I primi sperimenti fatti sulle proprietà calorifiche dei raggi della luce, son dovuti a Rochon, fisico ingegnoso, che egli stesso pubblicò nelle sue *Memorie sulla fisica e la meccanica* fin dal 1775. Allorchè un raggio elementare (colorato) veniva in contatto con un termometro, si producevano dei gradi diversi di calore secondo la qualità de' raggi; ed avendo Rochon fatto condensare ciascuno di questi raggi; facendoli passare attraverso una lente convergente, conobbe che il raggio rosso possedeva la proprietà massima di riscaldare, e che il raggio violetto riscaldava il meno, nel rapporto di 8 ad 1.

94. Ma il celebre astronomo William Herschel, che ripetè ed estese con maggiore accuratezza questi sperimenti, stabilì che il potere *illuminante* di ciascun raggio colorato non siegue quello del riscaldamento, ovvero della più o meno loro rinfrangibilità; dappoichè il massimo della luce sta nel raggio *giallo-brillante*, o *verde-pallido*, e che il giallo illumina più dell'arancio, e questo più del rosso: che a partire poi dal raggio violetto, la forza illuminante del verde è presso a poco simile a quella del giallo, ma nel verde-scuro diminuisce sensibilmente; il turchino siegue il rosso; l'indaco è meno forte del turchino, ed il violetto è debolissimo (1).

(1) Philosophical. Transact. 1800, p. 167.

95. Il potere *riscaldante* de' raggi della luce, siegue un ordine diverso. In fatti mettendo successivamente la palla di un sensibilissimo termometro ad aria su ciascun raggio colorato ben distinto, si vedrà che nel raggio rosso si produce il maggior calore; quindi nel verde, e così diminuendo prosiegue sino al violetto: in uno spazio poi di mezzo pollice fuori dell' immagine colorata, ove non appare luce alcuna, all' estremità rossa, la temperatura trovasi più innalzata che in tutti gli altri raggi, come risulta dagli sperimenti di W. Herschell, che sono stati ripetuti e confirmati anche da H. Englefield (1). (V. i §§. 26 e 27.)

Gli sperimenti poi di Leslie, che sono di accordo con quelli di Berard, fatti per mezzo del *fotometro*, portano a conchiudere, che al di là del raggio rosso non vi esistono raggi calorifici oscuri.

Seebeck conobbe dopo, che la materia di cui il prisma è formato, influisce molto ne' resultamenti che si hanno in simili sperimenti sulla luce. Così il punto più caldo cade alquanto fuori del raggio rosso, quando il prisma è di *flint-glas* inglese; e sullo stesso raggio rosso allorchè è fatto di *crowm-glas*, ovvero di vetro bianco ordinario: e quando in vece di far uso d'un prisma solido, se ne adopera uno formato da lastre di vetro unite insieme e riempiuto di acqua, di alcool o di olio di trementina, allora il punto più caldo cade nel raggio giallo.

Proprietà magnetiche de' raggi luminosi.

96. Morichini, professore di scienze fisico-chimiche nell' Università di Roma, annunziò fin dal 1813, che dei piccoli aghi di acciaro tenuti per certo tempo, un ora al più, sospesi nel raggio violetto, acquistavano delle proprietà magnetiche (2). Questi sperimenti che debbono farsi quando l'aria è perfettamente serena, perchè al contrario mancano se l' atmosfera trovasi carica di vapori acquosi, o che il cielo presenta un colore pallido, ripetuti da Configliacchi di Pavia e Berard di Montpellier, non dettero alcun positivo resultamento. Ma più recentemente Mada-

(1) Philosophical. Transact. 1809, p. 260.
(2) Annalen der phisick, t. XLVI, von Gilbert.

ma Sommerville, avendo esposti al sole degli aghi di acciaro sotto un pezzo di seta violetta, ha osservato che questi acquistano le proprietà magnetiche. Se i resultamenti poi ottenuti da Seebeck non avessero neanche data alcuna confirma a tali sperimenti, ciò non prova che il fatto non sia vero, dappoichè Morichini ha ripetuti più volte i suoi sperimenti innanzi a molti dotti, e fra i quali Covelli fu testimone di quanto si era da quel fisico esposto sulle proprietà magnetiche de' raggi violetti. Probabilmente la qualità dell' acciajo adoperato da altri fisici, o più di tutto le circostanze di sopra enunciate, han potuto contribuire alla non riuscita de' loro sperimenti.

97. Tale era lo stato della quistione, quando pensai ripetere gli sperimenti, prima come erano stati fatti la prima volta da Morichini, e dopo come furono ripetuti da M. Sommerville. Io confesso che gli effetti furono poco sensibili, ma riflettendo dopo che innalzando per poco la temperatura con uno specchio concavo, ovvero con una lente convesso-convessa sugli aghi posti ne' raggi magnetici dello spettro, avrebbe potuto prodursi un migliore effetto; così feci ed ottenni di fatti la magnetizzazione di più aghi in pochi minuti. Ecco il resultamento degli sperimenti da me praticati.

Situai a terra un prisma montato sopra una piccola colonna di legno, rimpetto al sole, che entrava in una stanza per una finestra, e sul raggio violetto dello spettro formato nella parte ove non giungeva la luce del sole, vi posi degli aghi, che erano sopra una pezzolina di cotone tinta in violetto mediante una soluzione alcoolica di orcanet comune, dopo averla bagnata prima nella soluzione di potassa caustica: diressi quindi mediante una lente ordinaria di camera oscura convesso-convessa un fascio di luce concentrata sugli stessi aghi, facendo in modo che l' intensità del calore prodotto non avesse bruciata la suddetta pezzolina, ciò che potè facilmente evitarsi col non fissar la luce in un punto, ma facendola celeremente percorrere lungo gli aghi, i quali dopo cinque minuti erano già magnetizzati abbastanza. Lo stesso sperimento fu variato nel modo seguente: posi un piccolo ago sopra un pezzo di vetro violetto che aveva la spessezza di un terzo di pollice circa, e senza adoperare il prisma, vi diressi allo stesso modo colla sola

lente, un fascio di luce bianca concentrata; non erano scorsi che soli 4 minuti, e l'ago si trovava già magnetizzato.

Gli stessi sperimenti ripetuti al modo di Mad. Sommerville e di Morichini, producevano gli stessi effetti, ma in un modo quasi insensibile: debbo però dire, che non lasciai gli aghi sul raggio violetto se non se per 15 a 18 minuti solamente; e non dubito che gli effetti debbono essere egualmente più sensibili, allorchè vi si terranno per un tempo più prolungato. E poichè il mio scopo era quello di confirmare una scoperta di un nostro nazionale, che ha tanto contribuito al progredimento delle scienze fisico-chimiche, la quale veniva contrastata dai più valenti fisici di Europa, che non ne avevano ottenuto sinora alcun positivo resultamento, così curai poco ripeter tali sperimenti con maggiore esattezza.

Niuna precauzione fu ommessa: gli aghi erano piccoli, e furono saggiati prima dello sperimento se trovavansi magnetizzati; la limatura di ferro fu preparata nel momento, adoperando un chiodo ordinario di ferro dolce ed una lima quasi fina, onde proporzionare il peso delle molecole del ferro colla tenue quantità di fluido magnetico assorbito dagli aghi.

L'innalzamento di temperatura negli aghi prodotto dalla lente, è essa cagione dello sviluppo del magnetismo della materia terrestre che viene poi comunicato all'acciaro, o esiste questo fluido nel raggio violetto, e col mezzo del calorico si comunica al ferro, come sviluppasi l'elettrico da molti corpi (lo zolfo, il vetro, ec.) col solo riscaldamento, ovvero è il magnatismo simulato nel ferro che sviluppasi co' mezzi adoperati? (1). A me basta la sola convinzione, che co' mezzi tenuti potei comprovar gli speri-

(1) Nell' edizione del 1829 del trattato di chimica di Berzelius, tradotta da Jourdan, al primo vol. p. 46, ecco come conchiude l'autore sugli sperimenti di Morichini e M. Sommerville:

Madame Sommerville assure avoir remarqué que des aiguilles à coudre exposées au soleil sous un morceau de soie violette, deviennent magnetiques; mais le résultat des expériences faites à ce sujet par Seebeck, est qu'en nulle circostance les rayons solaires ne développent le phénomène de la polarité dans l'acier qui ne jouit pas déjà du magnétisme avant d'être soumis à leur influence: d'où ce célèbre physicien conclut que le fait énoncé par Mad. Sommerville repose sur une illusion.

menti di Morichini, e comunicare, ovvero sviluppare il magnetismo negli aghi di acciaro, e che è molto probabile che i raggi violetti vi abbiano tutta la loro influenza.

Divisione de' raggi della luce.

98. Dopo questi fatti, i raggi della luce sono stati divisi in *raggi luminosi colorati*, cioè che producono luce, ed in *raggi luminosi calorifici*, che cagionano calore. A questi potrebbero aggiungersi i *raggi oscuri alterati*, ed i *raggi magnetizzanti*.

Da quanto si è esposto relativamente alle più importanti proprietà della materia raggiante nella produzione de' principali fenomeni descritti, molti fisici ne han dedotta una identicità fra la materia calorifica e quella della luce, ed altri sostengono di essere i suddetti due fluidi imponderabili differenti. Quelli che sostengono la prima ipotesi, la deducono dal che nella maggior parte delle circostanze questi due fluidi si manifestano sempre uniti, e che i raggi della luce, che sono suscettivi di *riflessione* e di *rifrazione*, come lo abbiamo esposto più innanzi, concentrati in un sol punto per mezzo di uno specchio concavo, o più specchi piani, possono eccitare un calore tale da superare quello delle migliori fucine. Che anzi, dietro gli sperimenti fatti da Buffon su questo proposito con un grande specchio poligonale, ossia a più angoli, composto di 168 specchi piani, col quale potè bruciarsi il legno a 200 piedi di distanza, e fondersi il rame a 45 piedi ec. non si renderebbe inverosimile ciò che la storia rapporta sulle invenzioni attribuite ad Archimede, che cioè per l'effetto combinato di un certo numero di tali specchi, egli avesse incendiata la flotta Romana che assediava Siracusa; se gl'immensi lavori per una simile operazione richiesti, non rendessero del tutto incerto un tal racconto. Oltre a ciò, si ha da altri fatti certezza, che questi stessi due fluidi possono trasformarsi l'uno nell'altro, e che la luce combinandosi a' corpi può divenire calorico, e questo accumulato o portato in uno stato di grande tensione può trasformarsi in luce.

99. Que' fisici poi che considerano il calorico e la luce come due fluidi distinti, lo deducono non solo dal che si conoscono i mezzi come separarli (§. 28), e che si può

avere l'effetto dell'irraggiamento del calorico negli specchi concavi anche adoperando l'acqua bollente, la quale non è certamente luminosa; ma pure dal che si ha luce senza calorico, come lo manifestano molti fosfori, alcuni insetti ec. osservasi ancora che la luce può essere scomposta in sette raggi colorati differenti, e che questi hanno un potere diverso nel produrre il calore o il chiarore, gli uni indipendentemente dagli altri, similmente che i raggi della luna concentrati colle migliori lente ustorie non producono il menomo innalzamento di temperatura.

Ma i partigiani dell'identicità de' due fluidi, rispondono a queste obiezioni col fare osservare, che la maggior parte de' raggi della luna sono assorbiti dal vetro, e che quelli che vi si concentrano al suo foco sono così deboli da non produrre alcun'azione sui termometri anche i più sensibili. Tali ragionamenti però sembrano poco esatti, giacchè può stare che questo pianeta assorba più raggi calorifici che lucidi; e supponendo ancora che la totalità de' raggi solari che cadono sulla luna sia riflessa, la loro intensità per la superficie terrestre sarebbe 95890 volte minore di quella de' raggi solari; e se è dimostrato dall' esperienza che l' intensità reale della luce lunare, sta a quella del sole in rapporto di 1 a 300000, allora ancorchè questi raggi venissero concentrati dalle migliori lenti, non potrebbero produrre il più piccolo effetto sui termometri ordinari. Se però si ammettesse che tutta quella massa della luna la quale viene rischiarata da' raggi del sole, ritenga i raggi calorifici e ne rimandi quei luminosi, in tal caso, conservando essi la più tenue quantità di calorico rimpetto a' primi (§. 26), non potrebbe questo fluido concentrarsi, qualunque si fossero i mezzi che si potrebbero adoperare; ed in tal modo il fenomeno sarebbe più conciliabile per coloro che negano l'identicità de'due fluidi.

Lo stato intanto delle attuali conoscenze fisiche non permette ancora pronunziare definitivamente sulla quistione: noi intanto considereremo ancora il calorico e la luce come due fluidi distinti; ma terremo per dimostrato che in molte circostanze l'uno può essere modificato nell'altro, e che nel foco soprattutto essi sono riuniti in modo da formare una parte de' loro effetti (§. 73).

Stati e produzioni della luce.

100. Vi sono de' fisici i quali vogliono rapportare l'origine di tutt' i fenomeni della luce al sole, i cui raggi si suppongono che penetrino la materia terrestre sotto le sue differenti forme per combinarsi con essa. Ma la SCRITTURA c'insegna, che la luce esisteva prima di questo gran corpo luminoso, e che in seguito la condensazione nella sua orbita fu un atto particolore dell' onnipotenza del CREATORE. La fosforescenza de' minerali sepolti nelle viscere della terra dopo l' origine di tutte le cose, coincide esattamente col racconto fatto da Moïse della creazione. Ecco perchè viene generalmente considerata oggi la luce come un essere indipendente, universalmente distribuito fra gli minerali, i vegetali e gli animali, potendo svilupparsi dallo stato *latente* o di *combinazione chimica* mercè diverse operazioni meccaniche e chimiche.

101. La luce può quindi considerarsi, come il calorico, esistente nei corpi, cioè allo stato di *libertà*, in quello detto *latente*, ed allo stato di *chimica combinazione*.

Il primo stato della luce ce lo presentano i corpi luminosi, come il sole, gli altri pianeti ec. ed i corpi che sono in combustione. Vi sono ancora altri corpi, come quelli dotati della proprietà di rilucere nel bujo che si dicono *fosforescenti*, i quali ci danno similmente la luce allo stato di libertà. Di tal natura sono taluni insetti, o pesci che cominciano a putrefarsi; alcuni fosfori, come quello di Canton, di Baudoin, di Hombergio, di Bologna ec.; ed alcuni altri corpi finalmente che hanno la proprietà di assorbire la luce allorchè sono esposti al sole e manifestarla poi nel bujo, come sono diverse pietre preziose, p. e. gli *antraciti*, il *lapis lazuli*, ed alcuni *topazj*. Dufay in un suo sperimento provò, che i diamanti esposti al sole e poi coverti di cera nera, portati nell' oscurità divengono luminosi allorchè le si toglie la cera suddetta.

102. La luce *latente* si suppone, come il *calorico latente*, tenuta dai corpi in uno stato da non dar segni apparenti della sua esistenza, ma che si sviluppa come quest' ultimo, cambiando appena la densità de' corpi medesimi. Così manifestasi luce allorchè si stropicciano due pezzi di

zuccaro in pane, di quarzo o di pietra focaja (1); quando si comprime l'aria, o si agita il mercurio nel vôto torricelliano; e secondo ha provato Dessaignes, tutt'i corpi con una compressione più o meno grande, sviluppano calorico e luce, e fra questi ve ne sono quelli che ne danno più degli altri.

Si considera pure come luce latente, quella che si manifesta nella notte solcando più o meno rapidamente le acque del mare, da coloro che la credono assorbita nel giorno da' raggi del sole e ritenuta nascosta fra le molecole dell'acqua; il che avverrebbe non solo per la natura diversa dell'acqua del mare da quella de' fiumi, ove questo fenomeno non ha luogo, ma anche per la sua maggiore profondità rimpetto a questi ultimi. L'opinione però la più plausibile è, che tal luce provenga da insetti che sono nelle stesse acque del mare; ed io ho più volte osservato che senza alcun movimento nelle acque suddette, veggonsi de' punti luminosi, in quel modo precisamente che si osservono i piccoli corpi sospesi nell'aria attraverso un fascio di luce che entra per un foro in una camera oscura; dippiù ho conosciuto, che bagnando solamente la mano nelle acque del mare, e cacciandola fuori, operando anche in modo che vi abbia la minor compressione possibile nelle acque medesime, i punti luminosi si manifestano a diverse distanze sulla mano perfettamente isolati, come se in questa vi si fosse attaccato un corpo fosforescente conosciuto.

Dopo ciò non è improbabile che questo fenomeno dipenda o da squame esilissime di pesci che si sostengono

(1) Davy pretende che la luce la quale sviluppasi da questi corpi sia di natura elettrica, e non altro che l'effetto d'incandescenza dei corpi, giacchè ogni volta che si alza il calore ad un certo grado, i corpi divengono luminosi. Ma Brugnatelli P. fece conoscere che questo effetto poteva prodursi anche stropicciando i due pezzi di quarzo sotto dell'acqua freddissima. Lo stesso osservasi sulla superficie di alcune soluzioni saline concentrate, le quali brillano di luce coll'agitarle nell'oscuro, o se leggiermente si stropiccia la loro superficie con uno stuzzicadenti; dal che lo stesso Brugnatelli dedusse, potersi supporre che è questa la luce latente che rendesi manifesta con una semplice oscillazione delle particelle di que' corpi capaci di contenere la luce in questo stato di modificazione.

perpendicolarmente nell' acqua, allorchè questa non è rimossa, le quali voltandosi, come fanno i piccoli corpi sospesi nell' aria allorchè sono in contatto de' raggi solari, producono siffatta luce, che nel colore è perfettamente identica a quella de' pesci semi-putrefatti, quando si veggono nel bujo; o pure può stare che l' effetto sia prodotto da insetti anche esistenti nelle stesse acque del mare, come è l' opinione di altri per la spiegazione di un tal fenomeno.

103. La luce *combinata* finalmente è quella che si sviluppa dietro una chimica reazione o scomposizione de'corpi: in tal circostanza viene accompagnata costantemente da una elevazione di temperatura, come osservasi in tutt'i fenomeni di combustione, il cui carattere è quello di produrre il *fuoco*, cioè lo sviluppo di calorico e luce.

Azione della luce sui vegetali.

104. È provato da molti sperimenti diretti eseguiti da Seunebier, che la luce influisce non solo nel produrre il color verde nelle piante, ma que' vegetali che trovansi lontani da' raggi del sole, sono quasi sempre bianchi, privi di sapore, ed i loro rami si diriggono sul suolo. All' opposto poi, que' vegetabili che trovansi sotto l'azione prolungata della luce, acquistano odore, e maturità; il principio resinoso diviene più abbondante, ed in conseguenza gli olei volatili, le arance, ec. sono i migliori prodotti ne' climi meridionali, ove la luce è più viva e costante.

Cagione de' colori ne' corpi.

105. Abbiamo conosciuto (§. 88.) che la luce prima di passare per un prisma di cristallo è bianca, ma che manifesta sette colori distinti dopo avere attraversato il prisma suddetto, alla cui varia unione debbesi il colore diverso sotto cui i corpi ci si presentano. Questa differenza si fa dipendere dall' affinità che essi hanno per taluni raggi e non per gli altri; così p. e. alcuni corpi ritengono uno o due raggi solamente e ne rimandano gli altri, ed al contrario. Da ciò dipendono le sensazioni de'diversi colori, che le superficie de'corpi producono sull'organo della vista. Un corpo apparisce verde, perchè riflette continuamente il raggio verde ed as-

sorbe tutti gli altri raggi; quando poi manca la luce, o i raggi colorati vengono intieramente assorbiti, il corpo il quale diviene nero, e sarà bianco se i raggi sono tutti riflessi.

106. La *cromatica* in fisica, cioè la scienza de' colori, studia le cagioni della colorazione de' corpi. Gli effetti del prisma, ed i colori degli altri corpi che han voluto paragonarsi a quelli che resultano dalla scomposizione della luce operata con questo mezzo, si sono esposti più innanzi. I colori iridati, quelli delle madreperle, delle bolle di sapone, del talco, dello spato d'islanda, di alcuni pezzi di quarzo, delle piume di paone, o di altri uccelli ec. si fan derivare da una disposizione particolare delle loro molecole, le quali divengono capaci di scomporre la luce e riflettere diversi raggi colorati, a seconda delle differenti loro inclinazioni rispettivamente all'occhio dell' osservatore. Alcuni liquidi colorati, come la tintura del tornosole, la decozione del legno di Fernambucco ec. sembrano rosse o turchine per riflessione, e gialle o violette per trasmissione; il che si fa dipendere dal passaggio di alcuni colori e dalla riflessione di altri: allorchè tutt' i colori passano o sono riflessi i corpi sono bianchi, ed appariscono di un sol colore quando quello solamente viene in ogni direzione riflesso ec.

107. Ma tale spiegazione non sembrami coincidere esattamente con un gran numero di fatti che la chimica ci presenta. Così p. e. l'acqua pura che tiene in soluzione $\frac{1}{70000}$ di acido solforico prende una tinta rossa sensibile col versarvi poche gocce di tintura di ravanelli rossi, e diviene verde se in vece dell'acido si adopera $\frac{1}{50000}$ di potassa pura: i due liquidi così colorati ritorneranno al pristino stato, cioè perderanno ogni colore quando si uniscono semplicemente. Questo fatto non si saprebbe spiegare co' principii de' fisici sopra emessi; perchè pare non volersi ammettere alcun cambiamento nella disposizione delle molecole de' due liquidi, ovvero nelle densità rispettive. Ma siccome è conosciuto in chimica che tali fenomeni vengo prodotti e distrutti da reazioni chimiche, così il coloramento de' corpi deve in molti casi ripetersi a queste reazioni. Lo stesso dicasi quando due liquidi sco-

lorati, come una soluzione di mercurio ed un altra d'idriodato di potassa, nell' unirsi danno un corpo solido di un rosso vivissimo, perchè questo si appartiene al nuovo corpo formato, il quale debbe esser dotato di un azione decomponente pe' raggi luminosi diversa da' corpi da cui deriva. Ed in appoggio a questo modo di vedere il coloramento di molti corpi citeremo l'altro fatto seguente: Una soluzione di ferro, ed un altra di cianuro di ferro e di potassio, diluite al punto da non presentare colore alcuno, quando si uniscono divengono di un azzurro bellissimo; e se allora vi si versano poche gocce di potassa ogni colore viene distrutto, e si riproduce coll'aggiugnervi un acido; effetti tutti dipendenti dalle reazione chimiche che danno luogo a nuovi corpi i quali acquistano novelle azioni decomponenti su'raggi luminosi, e quindi divengono capaci di rifletter l'uno o l'altro colore, proprietà che perdono quando si fan tornare al pristino stato, il che poi coincide col principio da me stabilito.

Effetti della luce nel produrre i cangiamenti chimici.

108. La maggior parte de' cangiamenti chimici cagionati dalla luce, dipendono per lo più dall' innalzamento di temperatura che essa produce nei corpi. È cosa ben nota, che concentrando i raggi del sole col mezzo di un forte specchio concavo, può ottenersi un calore, che la sola elettricità può produrlo maggiore. Gay-Lussac, Thenard, e Dalton han dimostrato, che un miscuglio di cloro e gas idrogeno esposto all' azione de' raggi del sole detona, come accade quando vien riscaldato coll' infuocamento. Si è supposto che questo effetto derivi dalla temperatura delle *particelle* de'corpi, la quale viene *notabilmente* ed *istantaneamente* innalzata da'raggi del sole: ma Davy crede più probabile, che ciò dipenda da un influenza specifica e particolare della materia raggiante (1).

Gli stessi gas esposti al raggio rosso si combinano più

(1) Davy Filosofia chimica I. 165.

prontamente che nel raggio violetto e senza detonazione; così pure una soluzione di cloro nell'acqua si cambia più sollecitamente in acido idroclorico che quando viene esposta ai raggi più rifrangibili dello *spettro solare*. Il contrario poi avviene allorchè si metta l'ossido di mercurio nero, ottenuto dall'azione della potassa pura sul mercurio dolce, nei raggi più rifrangibili, perchè non è punto alterato; ma quando si passa sui raggi meno rifrangibill esso assorbe più ossigeno e diviene rosso.

Il Dott. Wollaston osservò inoltre che il guajaco esposto al raggio violetto, passava rapidamente dal giallo al verde; ed il Berard verificò anch'esso le prime osservazioni dell'accrescimento al *maximum* del potere *alterante, o chimico* ne' raggi violetti: egli provò ancora che lasciando per un certo tempo le sostanze che più facilmente vengono alterate da' raggi violetti, ne' raggi indaco ed azzurro, esse erano anche sensibilmente alterate. Lo stesso Berard concentrò con una lente tutta la parte dello spettro che si estende dal verde fino al termine del violetto, e per mezzo di un altra lente riunì l'altra metà dello spettro, compresovi il rosso. Quest'ultima parte dello spettro formò il foco di una luce bianca così brillante, che l'occhio non poteva sostenerne lo splendore; frattanto, il cloruro di argento non venne alterato anche dopo averlo ivi tenuto per lo spazio di due ore; all'opposto il foco dell'altra metà dello spettro, in cui il calore e la luce erano meno intensi, mutò in nero il cloruro di argento.

Da questi sperimenti, e dalle altre ricerche di Delaroche, possono, fino ad un certo punto, attribuirsi questi effetti ad un principio comune. (V. da' §§. 25 a 28 art. *calorico*).

Il chermes minerale, l'acqua forte, il mercurio dolce, il precipitato rosso ec. vengono alterati dalla luce. Ecco perchè il chimico conoscendo la cagione che produce tali effetti, può prevenirgli col difendere que' corpi dal contatto, o dall'influenza de' raggi della luce. Il conte di Rumford avendo umettate diverse pezzoline di seta bianca, di cotone ec. con una soluzione d'idroclorato di oro, appena queste furono portate ne' raggi di-

retti del sole, divennero di color violetto: nell' oscurità poi questo effetto non ha luogo, anche dopo un tempo prolungato.

SEZIONE TERZA.

Del fluido elettrico.

109. Dopochè si conobbe accidentalmente che l'ambra stropicciata attirava de' corpi leggieri, i fisici di quei tempi esaminandone accuratamente la cagione, giunsero alla scoverta di un fluido particolare, il quale perchè contenevasi nell'ambra, che i Greci chiamano *electron*, prese il nome di *fluido elettrico*.

110. *Istoria.* Gilbert e Boyle osservarono i primi che questo fluido sviluppasi non solo dall'ambra, ma da molte altre sostanze. Grey però nel 1720 provò con una serie di sperimenti, che molti corpi divengono capaci di sviluppare questo fluido col mezzo dello strofinio, e che altri non lo sono affatto. Fra i primi vi comprese le resine, il vetro, lo zolfo, la seta, la lana, i peli, la carta ec; i metalli poi ed alcuni altri liquidi, li pose nella classe degli ultimi. Lo stesso Grey distinse questi corpi in *elettrici, e non elettrici*; e chiamò pure *non conduttori* i primi, e *conduttori* i corpi *non elettrici*. Stabilì ancora che i corpi elettrici sono quelli che eccitati con lo strofinio sviluppano il fluido elettrico; *non elettrici* quegli altri che strofinati egualmente non producono questo effetto.

Ipotesi di Eulero.

111. Dopo la scoverta di questi primi fatti, si vennero a stabilire diverse ipotesi onde rendere plausibile la spiegazione de' fenomeni elettrici. La prima fu emanata da Eulero, il quale suppose l' esistenza di un fluido *etereo*, che trovavasi in quantità differente ne' corpi naturali e si manifestava quando venivano fortemente strofinati; e poichè questo fluido, come il calorico, tendeva all' equilibrio nel comunicarsi ad altri corpi, produceva perciò i fenomeni elettrici.

Ipotesi di Dufay.

112. Questo celebre fisico francese, pubblicò nel 1734 otto dissertazioni nelle memorie dell'Accademia delle Scienze (1), le quali contenevano il complesso de' suoi ingegnosi sperimenti sull'elettricismo. Affinchè avesse egli potuto dare una spiegazione più plausibile sui fenomeni elettrici, suppose l'esistenza di due fluidi di natura diversa, e chiamò il primo fluido *vitreo*, perchè sviluppavasi strofinando i corpi vitrei; ed il secondo fluido *resinoso*, quello che si accumulava nelle resine mediante lo strofinio.

I corpi allora che venivano caricati con lo stesso fluido, sia *vitreo* o *resinoso*, si respingevano, ed erano attirati quando uno veniva elettrizzato dal fluido vitreo e l'altro dal fluido resinoso; o in altri termini, *che i corpi caricati colla stessa elettricità dovevano respingersi, ed erano attirati quando questa elettricità era di natura diversa.*

Ipotesi di Franklin.

113. Franklin, a cui siam tenuti delle conoscenze le più importanti sull'elettricismo, seguendo le orme di Eulero e di Dufay, stabilì una ipotesi non meno ingegnosa delle precedenti. Egli suppose, come Eulero, l'esistenza di un fluido particolare, ma di natura ignota, molto elastico e ripulsivo nelle sue particelle. Questo fluido era considerato ne' corpi come inegualmente distribuito, di maniera che questi potevano essere elettrizzati, *eccitati*, in due modi diversi, o aggiungendo maggior quantità di fluido elettrico a quello che in essi contenevasi naturalmente, o privandoli di una parte di questa elettricità naturale. E dopochè Franklin conobbe, che trofinando un panno di seta contro un cilindro di vetro, il fluido elettrico accumulasi nel vetro, e si rarefà nel panno di seta, ne dedusse che il vetro viene caricato in *eccesso* da questo fluido, e la seta prende uno stato opposto, cioè caricasi in *meno* o in *difetto*. Egli allora chiamò fluido *positivo* quello del vetro, e fluido *negativo* quello della seta.

(1) Phil. Transact. Vol. XXXVIII, p. 258.

In questa ipotesi si stabilì inoltre, che quando i corpi non contengono che la loro elettricità naturale, lo stato elettrico non può punto manifestarsi; ma se questa può accumularsi in un corpo, e diminuirsi in un altro, i fenomeni elettrici debbono rendersi sensibili. Allora il fluido *positivo* di Franklin corrisponde al fluido *vitreo* di Dufay, ed il fluido *negativo* al fluido *resinoso*.

Ipotesi di Symmer.

114. Questa ipotesi, che coincide con quella di Dufay, consiste nell' ammettere due elettricità differenti, le quali quando vengono in contatto si attirano scambievolmente, e le molecole poi di ciascuna di esse quando sono isolate si respingono.

Le due elettricità vengono anche chiamate la prima *vitrea*, e la seconda *resinosa*. La *vitrea* è quella che sviluppasi dal vetro o da que' corpi che sono elettrizzati *in più* o *positivamente* secondo Franklin, e la *resinosa* quella che si sviluppa dalle resine, o da' corpi elettrizzati in *meno*, ossia *negativamente*. L'unione poi delle due elettricità chiamasi *elettricità combinata*.

Ipotesi de' fisici Francesi.

115. Tutt' i corpi, sono supposti contenere un fluido particolare, chiamato *fluido naturale*, ed il globo terrestre n'è il serbatoio generale che dicesi *serbatojo comune*. Il fluido naturale si considera come composto da' due fluidi *vitreo* e *resinoso*, i quali esercitano grandissima tendenza nel combinarsi: i mezzi che ne producono il loro sviluppo danno origine a' fenomeni elettrici.

Berzelius ed OErsted avvanzarono un altra ipotesi molto più ingegnosa delle precedenti; ma siccome essi negavano l' esistenza del fluido elettrico, ammettendo invece nelle molecole de' corpi le due forze primitive, *l' attrazione* cioè e *la ripulsione*, che davano luogo a' così detti fenomeni elettrici, perciò non è stata affatto ricevuta.

116. Le ipotesi di Franklin e di Dufay, sono quelle che i fisici hanno più abbracciate. Cavendisch ed Epinus cercarono anche applicare il calcolo matematico alla ipotesi di Franklin; ma gl' importanti sperimenti del celebre Volta, feccro divenire più probabile quella delle

due elettricità diverse di Dufay, che la maggior parte de' fisici poi hanno pienamente adottata (1).

De' conduttori elettrici.

117. Si chiamano conduttori, i corpi che Grey nominò *non elettrici* (89), i quali hanno la proprietà di dare facilmente il passaggio ad uno de' due fluidi, o all' *elettricità combinata*. Que' corpi poi che si oppongono al detto passaggio, diconsi *non conduttori*, o *elettrici*. I primi erano chiamati ancora corpi *anelettrici*, ossia *non elettrici* o *deferenti;* gli altri *idioelettrici*, *elettrici da se*, o *coibenti.*

118. Nel primo ordine sono compresi tutt'i metalli, e la maggior parte degli altri minerali; i liquidi acquosi, l'acqua, il carbone di legno, le sostanze animali viventi ec. Nel secondo ordine poi si racchiudono le sostanze vetrose, le resine, la seta, la lana, l' aria secca, le sostanze grasse, le piume, gli smalti, lo zolfo, i corpi bituminosi, e molti miscugli di resine e gommo-resine, come la cera di Spagna ec.

La tavola seguente offre l' elenco de' corpi conduttori, ed i migliori sono quelli che precedono, o che sono più vicini al primo ch' è l' oro.

1. Oro.
2. Argento.
3. Rame.
4. Ottone.
5. Platino.
6. Ferro.
7. Stagno.
8. Mercurio.
9. Piombo.
10. Altri metalli.
11. Miniere metalliche.
12. Carbone.
13. Terre o pietre tenere.
14. Vetro pieno di acqua bollente.
15. Fumo.
16. Acqua calda.
17. Acqua fredda.
18. Liquidi, fuorchè gli olii.
19. Vetro rovente.
20. Resine fuse.
21. La fiamma.
22. Sali metallici.
23. Sali in generale.
24. Fluidi animali.
25. Acidi.
26. Soluzioni saline.
27. Vapore.
28. Vôto imperfetto.
29. Aria calda.

(1) Le voci di elettricità *positiva e negativa* essendo più generalmente conosciute, noi ce ne serviremo ancora per indicare l' elettricità *vitrea e resinosa*, colle quali poi spiegheremo tutt' i fenomeni elettrici.

Fenomeni generali che mostrano l'attrazione e la ripulsione elettrica.

119. Stropicciando fortemente un cilindro di vetro contro un panno di seta asciutto, ed accostando questo cilindro così eccitato ad una pallina leggiera di sughero sospesa ad un filo di seta bianca, la pallina verrà attirata dal vetro, e vi rimarrà aderente: l'effetto continua fino a che la pallina non si sarà caricata del fluido *vitreo*, perchè dopo divenendo il vetro ed il sughero elettrizzati collo stesso fluido, essa dev'essere per necessità respinta. La pallina di sughero così sospesa porta il nome di *elettroscopio*, o *pendolo elettrico*.

Proseguendo lo stesso sperimento, se si avvicini alla suddetta pallina elettrizzata un corpo che abbia la sua elettricità naturale, o *non eccitato*, essa sarà nuovamente attirata dal cilindro di vetro, e quindi respinta un'altra volta; e quando avrà perduta la sua elettricità, verrà una seconda volta attirata e respinta dallo stesso cilindro di vetro. Il vetro allora dicesi *elettricamente eccitato*; e gli effetti che produce chiamansi *fenomeni elettrici*, i quali hanno luogo fuori il contatto, seguendo la legge della ragione inversa del quadrato delle distanze.

Confricandosi un panno di seta asciutto contro la sc-un cilindro od una lastra di vetro riscaldati, si vedrà che ta acquista le proprietà di essere attirata dal vetro. In questo stato l'elettricità del vetro e quella della seta sono separate collo strofinio; ed il vetro possiede l'elettricità *resinosa* o *negativa*.

120. Lo sperimento poi col quale si dimostra l'*attrazione* e *ripulsione* elettrica, si fa con due palline di sughero sospese ad un filo di seta bianca. Caricando queste col fluido *vitreo* o *resinoso*, e quindi separandole istantaneamente, si vedranno ripellere; ma se una di tali palline verrà caricata col fluido *vitreo* e l'altra col fluido *resinoso*, si attrarranno vicendevolmente.

Macchina elettrica.

121. Per dimostrare con più chiarezza questi fenomeni, i fisici fanno uso di un apparecchio che chiamasi *macchina elettrica*. Essa consiste in un disco di cristallo, che nel centro tiene fissato un asse metallico, il quale passando per due

colonne di legno poste in una posizione verticale su di un piano orizzontale anche di legno, è atto dare al disco un movimento di rotazione. Fra il disco e la parte interna delle due colonne, vi sono adattati quattro cuscini di seta, i quali producono una certa compressione con le due superficie del disco. A questo disco si addatta, sullo stesso piano, un cilindro metallico, che dicesi *conduttore*, il quale deve terminare con due o più punte acutissime anche di metallo ben terso. Il *conduttore* viene sostenuto da una o due colonne di vetro, ed in tal modo dicesi *isolato*.

122. Mettendo in movimento il disco, ed essendo l'aria asciutta, si vedrà che esso manifesta nell'oscurità scintille luminose ogni qual volta vi si accosta la giuntura del dito, od un corpo che ha la sua elettricità naturale. Vedesi pure molta luce elettrica lanciarsi per diverse parti del disco, soprattutto quando accade il suo sfregamento fra i cuscini di seta. Il conduttore allora trovasi circondato da un atmosfera elettica, ed accostandovisi il dito, si otterrà lo sviluppo di una scintilla luminosa, la quale lascerà una piccola sensazione di dolore a quella parte in cui avrà avuto luogo il contatto. Se poi il conduttore essendo elettrizzato si allontani dal disco, e si tocchi col dito in qualunque punto della sua superficie metallica, tutto il fluido elettrico verrà scaricato, in modo che dopo non manifesterà più fenomeni elettrici. Ciò non avviene però nel disco di cristallo, da cui potranno scaricarsi molte scintille sopra varii punti della sua superficie, essendo il vetro corpo *coibente*, ovvero non conduttore dell'elettrico.

123. Oltre la macchina elettrica, si adoperano molti altri apparecchi, de' quali avvene taluni che sono della più grande importanza per la produzione de' fenomeni elettrici. Tra questi la bottiglia di *Leyden* (1) si costruisce ordinariamente con una boccia cilindrica di cristallo o di vetro, la quale si scovre pe' due terzi nella parte esterna compresovi il fondo, da una lamina sottilissima di stagno, che vi si attacca con una soluzione di gomm'arabica, o di colla forte; ed il restante suol vestirsi con uno strato

(1) Detta così perchè i Pr. della Università di Leida furono i primi che la costruirono.

di vermiglione e vernice di copale all' olio. Nella parte interna poi si mettono delle piccole foglie di stagno o di rame, oppure de' fili metallici, e può anche adoperarsi la limatura di ferro non ossidata: si adatta nel suo collo, per mezzo di un sughero forato, un conduttore di ottone, il quale nella parte esterna deve finire con una sfera dello stesso metallo, e nell' interna, con una punta acutissima, che s' immerge nel fondo della suddetta bottiglia, come si vede nella *fig. 59* in *a d*.

Volendosi intanto ottenere una forte scarica elettrica per produrre la fusione o l'ignizione di molti corpi, allora è duopo impiegare più bottiglie di Leyden, le quali facendosi cumunicare insieme per mezzo di conduttori di metallo, che verranno attaccati a quelli delle suddette bottiglie, si avrà la così detta *batteria elettrica*.

124. Una bottiglia di Leyden così preparata, quando si avvicina ad un conduttore di una buona macchina elettrica, mettendosi in movimento il suo disco, tutto il fluido elettrico è trasportato nel suo interno. Questo fluido allora, che trovasi accumulato nella bottiglia, viene isolato dalla sostanza che la forma, cioè dal vetro, e si considera la sua parte interna come caricata di fluido *vitreo* o *positivamente*, e la parte esterna di fluido *resinoso*, o *negativamente*.

In questo stato si suppone che, esponendo una bottiglia di Leyden al conduttore eccitato, la parte interna venga sopraccaricata di fluido elettrico, e la fodera metallica esterna, che si mette in comunicazione col suolo o con un conduttore di un' altra bottiglia od altro conduttore, ceda a questi l' elettricità che è della stessa natura di quella che l' ha caricata. Allora l'elettricità contraria, o che sia naturale alla fodera metallica, o che venga somministrata dai corpi circostanti, si accumulerà nella superficie, senza portarsi nell' interno della bottiglia, ove trovasi l'elettricità opposta, perchè separata dal vetro della stessa bottiglia. Se allora facciasi una comunicazione con un conduttore fra la parte interna e l' esterna, le due elettricità opposte si attrarranno rapidamente, e daranno luogo a' fenomeni elettrici già descritti.

125. Se quando una bottiglia di Leyden trovasi caricata

di fluido elettrico, facciasi una comunicazione con un arco metallico fra il conduttore e la fodera metallica esterna della bottiglia, il fluido elettrico in questa contenuto, sarà scaricato compiutamente, producendo lo sviluppo di una forte scintilla ne' due punti ove ha avuto luogo il contatto.

Se questo sperimento si fa toccando con una mano la parte esterna della bottiglia già caricata, e con l'altra il suo conduttore, si avrà una sensazione particolare che chiamasi *scossa elettrica*.

Lo stesso effetto si avrà allorchè si forma una catena di più persone che si tengono unite per la mano, toccando quelle che sono a' due estremi, una la fodera esterna della bottiglia, e l'altra il conduttore, come nello sperimento precedente, avvertiranno tutti nello stesso attimo la medesima scossa (1).

Elettricità sviluppata col contatto scambievole de' corpi.

126. Siccome si credè da più tempo probabile, che non esistano in natura due corpi differenti i quali non fossero atti a manifestare fenomeni elettrici, o pel contatto, o con la compressione, o collo sfregamento; il celebre Volta immaginò un apparecchio particolare, che chiamò *elettrometro*, col quale potè conoscere non solo se lo stato de' corpi che sono *eccitati* co' mezzi già descritti, sia *negativo* o *positivo*, ma benanche i gradi della loro *tensione* elettrica.

L'intensità in cui un corpo può essere elettrizzato col *contatto*, sembra che sia nella ragion diretta della sua affinità chimica, e che la specie di elettricità che diviene libera in un corpo, dipenda dalla natura chimica del medesimo. Così quel corpo combustibile che nel combinarsi all'ossigeno produce l'ossido che ha la più forte affinità per gli acidi in generale, acquista l'elettricità positiva, mentre che l'altro prende l'elettricità negativa, ancorchè il suo ossido possa combinarsi egualmente agli acidi, o che anche esso sia un acido. Lo stesso ha luogo quando i corpi

---

(1) Il Dottor William Watson ha provato con decisivi sperimenti, che la scarica di una bottiglia di Leyden può attraversare un filo metallico della lunghezza maggiore di 3700 metri con tale velocità, che si rende impossibile conoscere lo spazio di tempo tra il circuito compito e la scossa ricevuta.

che si mettono in contatto si trovano già ossidati. Infatti, fra i corpi che sono stati prescelti come i più opportuni per lo sviluppo dell' elettricità nel contatto, si trova lo zinco, il quale essendo appunto il metallo che dà un ossido che ha la più forte affinità per gli acidi, per cui acquista sempre l'elettricità positiva.

127. Malgrado però che si conosca con certezza che l'elettricità sviluppasi col contatto de' corpi, pure non ha potuto darsi ancora una spiegazione esatta di tal fenomeno. La più plausibile è quella che si ha dal considerare in tutt' i corpi un certo grado di elettricità allo stato di scomposizione; e supposto che questo stato dipenda dalla polarità elettrica delle molecole, allora nel momento del contatto i corpi neutralizzano una parte delle loro elettricità contrarie, e quindi allorchè sono separati si trovano differentemente elettrizzati. Così lo zinco che ha l'elettricità negativa messo a contatto coll'argento che ha l'elettricità positiva, queste sono amhe neutralizzate e divengono libere, nel primo l' elettricità positiva, e nel secondo l' elettricità negativa. Ciò vien provato per mezzo dell' *elettrometro* e del *condensatore* del celebre Volta.

128. L'*elettrometro* di Volta consiste in una bottiglia di cristallo quadrata, da cui si toglie il fondo per sostituirvene altro di ottone (*fig. 60*). Al suo collo si adatta una ghiera anche di ottone, su cui si avvita il pezzo A di metallo, che termina nella parte superiore con piccola sfera, e nella parte inferiore riceve un piccolo fusto, al quale sono sospese a parallelismo, per quanto è possibile, due pagliuzze mobili *f g* per mezzo di due piccoli uncini di fili metallici. Ad una faccia della stessa bottiglia vi si incide sul vetro la scala *hh*, e sopra i due lati paralleli s' incollano le due lamine sottili di stagno *nn*, le quali si elevano dal fondo sino alla metà dell'altezza della bottiglia.

129. Per intraprendere gli sperimenti con questo *elettrometro*, si abbiano due dischi, uno di rame, e l' altro di zinco; al centro di una delle loro superficie si adatti a ciascuno per mezzo di una piccola vite, un cilindro di vetro, col quale possa muoversi il disco senza toccarlo (*fig. 61*). Le altre superficie debbono essere bene appianate,

affinchè nel metterle in contatto si tocchino per più punti. Si prendano allora i due dischi pel manico isolante, e si applichino per un istante le superficie piane l'una sull'altra; si separino quindi in un tratto nel senso del loro asse, e presentando il disco di zinco all'estremità A dell' *elettrometro*, esso cederà a questo strumento porzione dell'elettricità acquistata sul disco di rame, la quale sarà indicata dall' allontanamento delle due pagliuzze *f g*, che secondo Volta suole ordinariamente essere di $\frac{1}{60}$ di gradi.

Questo allontanamento, o divergenza delle suddette pagliuzze sarà più grande, quanto più numerosi saranno stati i contatti de' due dischi; e per conoscere la natura dell' elettricità che ne ha prodotto l' effetto, si presenti al bottone A dell' *elettrometro* un tubo di vetro, o un bastone di cera di spagna leggermente confricati; il tubo di vetro farà allontanare le pagliuzze se l' elettricità è *vitrea* o *positiva*, e le farà avvicinare se è *resinosa* o *negativa*: il bastone di cera di spagna produrrà l'effetto inverso (1).

130. Affinchè si rendano sensibili le minori quantità di elettricismo, accumulandole insieme, si adopera con maggior vantaggio il *condensatore* di Volta, (*fig. 62*). Esso consiste in due dischi di ottone nel cui centro in una delle loro superficie vi è un piccol foro per avvitarsi, uno nel posto del bottone A dell' elettrometro, e l' altro ad un cilindro

(1) Hay ha fatto due semplici apparecchi portatili, col mezzo dei quali l'elettricità acquistata col semplice strofinio può esser conservata per lungo tempo. Il primo di questi apparecchi consiste in un piccolo cristallo lungo di spato d' Islanda (carbonato di calce) fissato alla estremità di una leva per mezzo di un filo di seta bianca, che si liga nel centro del cristallo; si mette questo nello stato elettrico col mezzo della pressione fra due dita, e volendo determinare la specie di elettricità di un altro corpo, essa sarà *vitrea*, quando il cristallo di spato verrà respinto, e *resinosa* se viene attirato.

Il secondo apparecchio è formato da un sostegno di cera di Spagna guarnito nell'estremità da una punta di metallo, su cui gira un ago di argento o di rame terminato da due piccoli globi. Un pezzo di succino o di cera di Spagna strofinati, ed avvicinati ad una estremità dell' ago fino al suo contatto, gli comunica la parte del suo fluido eccedente, di modo che esso è subito respinto dall' altra parte dal fluido che il succino ha conservato. Quando si avvicina ad uno de' globi dell' ago un corpo caricato di elettricità, avverrà repulsione, o attrazione, secondo che questa elettricità è resinosa o vitrea. (Journal de Physique 1820.)

di vetro o altro corpo isolante, come quello della *fig.62*. L' altra superficie di ciascun disco è rivestita da uno strato leggierissimo di vernice e cinabro.

131. Volendo intraprendere degli sperimenti con questo strumento, si avviti il primo disco sull' elettrometro, da cui si avrà tolto il bottone metallico, e vi si sovrapponga l' altro disco col cilindro isolante, in modo che le due superficie coverte dallo strato di vernice rossa siano in contatto. Si prendano allora gli altri due dischi di rame e zinco già descritti, e tenendoli pel fusto isolante si avvicinino finchè si tocchino, e quindi si allontanino, applicando subito dopo la loro separazione il disco di zinco sul piatto superiore di ottone, posto sull' elettrometro: si tocchi colla mano che teneva il disco rame il piatto avvitato sull' *elettrometro*, e si tolga pel suo cilindro di vetro l' altro piatto superiore, elevandolo perpendicolarmente, e con molta prestezza. L' *elettrometro* acquista una elettricità, che si manifesta per mezzo dell' allontanamento delle pagliuzze, la quale sarà maggiore di quella ottenuta col solo *elettrometro*, e coi due dischi di rame e di zinco (1).

Elettricità sviluppata pel cambiamento di temperatura.

132. Vi sono de' corpi inorganici cristallizzati i quali riscaldati divengono elettrici, e restano in questo stato sino a che sono caldi; ma se riscaldansi fortemente non manifesteranno più alcuna elettricità fino a che col raffreddarsi, la temperatura non sia arrivata ad un certo punto. In simili casi si considera, che le due elettricità si accumulino ne' due punti opposti che sono alla sommità del cristallo, in modo che l' asse elettrico coincida coll' asse del suddetto cristallo; ciò che avviene anche quando ne' pezzi di cristallo con cui si opera, l' asse è di dimensione inferiore al diametro del taglio traversale. I due punti elettrici opposti portano il nome di *poli elettrici*, ed i corpi che pos-

(1) Oltre a questi strumenti ve ne sono degli altri non meno importanti, ma essi appartengono più alla Fisica che alla Chimica; quindi potranno riscontrarsi ne' trattati di fisica di Biot, Despretz, ec.

sono elettrizzarsi a questo modo si dicono capaci di acquistare la *polarità elettrica*.

Diverse specie di *tormalina*, di *mesotipo*, il *topazio*, la *prenite* ec. manifestano in un modo più deciso questi fenomeni; e si è osservato che il punto in cui il calore sviluppa l'elettricità positiva, diviene polo negativo nel raffreddarsi; e se dopo che una di queste sostanze avrà acquistata la polarità elettrica, nel modo di sopra esposto, si metta in vicinanza di corpi leggieri, questi verranno attirati intorno i suoi poli, quando il loro elettrizzamento è debole, e saranno alternativamente attirati e respinti allorchè esso è forte. Dopo ciò, la coincidenza dell' asse elettrico e dell' asse di cristallizzazione sembra provare, che la proprietà di elettrizzarsi dipenda da una *polarità elettrica* delle molecole, il che rende più probabile che questa polarità abbia parte nella produzione delle forme regolari de' corpi cristallizzati.

133. Anche de' corpi non cristallizzati come il vetro, le resine, lo zolfo, ec. divengono elettrici col riscaldarli. Se si fonda dello zolfo in un vetro o in una *capsola* di porcellana, esso anche dopo raffreddato conserverà la proprità di attirare i corpi leggieri, e per qualche tempo.

134. Resulta dagli sperimenti di Grotthus, che quando congelasi l' acqua rapidamente in una bottiglia di Leyden, la cui armatura esterna non sia isolata, essa caricasi debolmente; la sua armatura interna acquista l'elettricità vitrea o positiva, e l' esterna l' elettricità resinosa o negativa. Se poi lo sperimento si fa producendo nella stessa bottiglia la fusione rapida del ghiaccio così formato, il fenomeno avrà luogo in un modo inverso, cioè l'armatura si troverà elettrizzata negativamente e l'esterna positivamente. Questi sperimenti provano, che anche nel passaggio di stato de' corpi, havvi, come la produzione di caldo e di freddo, (§.63) lo sviluppo dell' elettricità.

La cera ed il cioccolatte nel solidificarsi divengono anche elettriche e capaci di attirare corpi leggieri; e nei liquidi che si svaporano, osservasi che la parte ridotta in vapori è elettrizzata negativamente, e quella che si mantiene ancora liquida lo è positivamente. L' opposto ha luogo nella condensazione de' gas, in cui la parte conden-

sata è animata dall' elettricità negativa, e quella che ha ancora la forma gassosa, dall' elettricità positiva (1).

Elettricità galvanica.

135. *Istoria.* Le prime tracce di questa specie di elettricità si trovano in una sperienza di Sulzer pubblicata nel 1767, nella sua *Teoria generale del piacere.* Essa consiste nel mettere due lamine, una di argento ed un' altra di zinco, la prima sopra e la seconda sotto la lingua, in modo che i due estremi tenuti fra le mani non si tocchino : in questo stato non si avrà altra sensazione, che quella di una picciola privazione di calorico col contatto di corpi conduttori di questo fluido; ma se le due estremità indicate si avvicinano fra loro, si proverà nell' istante del contatto, un sapore piccante, che Sulzer paragonò a quello del vitriolo di ferro, ed il quale sarà tanto più forte, per quanto più lontani saranno l' uno dall' altro i metalli impiegati. Questo fenomeno, che è sovente accompagnato da una specie di splendore (2), che passa davanti gli occhi, restò per lungo tempo obliato.

136. Nel Giornale Enciclopedico di Bologna del 1786, si riferì, che il dotto Pr. di Anatomia in Napoli, Cavalier Cotugno, notomizzando un topo, restò sorpreso quando nel toccare col coltello il nervo diaframmatico dell' animale, avvertì una commozione elettrica così forte che gl' intormentì la mano. Questo fatto, che non poco strepito fece in Italia, indusse il Pr. Vassallo di Torino nel 1789 a congetturare, che l'elettricità poteva tro-

(1) Questi ultimi sperimenti presentano però alcune difficoltà onde scovrire e distinguere le elettricità rese libere in simil modo.

(2) Ho più volte ripetuto questo sperimento nè mai mi è riuscito osservare siffatto splendore. L' ho prodotto però costantemente, mettendo una lastra di rame o di argento fra la membrana congiuntiva dell' occhio, nell' angolo interno o esterno di esso, ed un altra lamina di zinco sotto la lingua; avvicinando appena i due estremi di questi metalli vidi una luce sensibilissima davanti gli occhi, che debbonsi tenere chiusi quando si è nell' oscurità.

Si ottiene anche lo stesso effetto mettendo le suddette lamine una sotto la lingua, e l' altra fra il labbro superiore e le gengive.

varsi accumulata in qualche parte del corpo animale.

137. Nello stesso anno un simile fenomeno si presentò a Galvani, Pr. di Anatomia a Bologna, il quale fu l'origine della scoverta dell'elettricità che porta il nome di *galvanismo*, o *fluido galvanico*, in onore di Galvani che lo scoperse.

Eccone il fatto: Trovandosi per azzardo alcune rane, appena morte e nudate della pelle, poste sopra une tavola ove era una macchina elettrica da cui traevansi per ischerzo delle scintille accade che nel mentre un suo scolaro toccava con la punta di un coltello i nervi crurali scoverti della rana, l'animale all'istante si vide preso da movimenti convulsivi. Galvani che allora si trovava occupato ad un oggetto differente, avvertito da' suoi scolari di un tal fenomeno, ripetè più attentamente lo sperimento, e pervenne non solo a produrlo e variarlo con migliore successo, ma potè anche dedurne; che il conduttore della macchina elettrica, caricato di fluido *vitreo*, forza il fluido della stessa natura di rifluire dalla rana ne' corpi circostanti coi quali comunica, e mantenere in equilibrio il fluido *resinoso* coll' attrazione che esercita su di esso; che se allora si scarica una scintilla del conduttore eccitato, l'equilibrio è rotto, la rana riprende tutto ad un tratto il suo fluido vitreo, e questo sollecito ristabilimento produce delle contrazioni più o meno forti nell'animale.

138. Continuando Galvani le sue ricerche, si avvide che una rana preparata (1), la quale era stata posta su di un balcone di ferro, appena si toccava con un pezzo di rame, si manifestavano le solite convulsioni.

(1) Si prepara la rana prendendola con la mano sinistra e tagliandone la testa con una lama delle forbici ordinarie, in modo che quella separata dal tronco resti attaccata alla sola pelle dell'animale. Si passa quindi la stessa lama sotto della pelle nella direzione delle vertebre dorsali, facendo una incisione che serve a spogliare totalmente la rana; di guisa che la pelle intera unita alla testa venga portata via con tutto ciò che appartiene al ventre. Spogliata così la rana si passa la lama sotto i nervi crurali o sciatici, e tagliando allora la prima, e quindi l'ultima vertebra lombare, rimarrà il tronco separato dalle cosce, standovi unito solo per mezzo de' nervi.

Galvani dietro questi ed altri sperimenti che pubblicò nel suo trattato, *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius, Bononiæ* 1792, si credè dedurne lo sviluppo di un elettricità propria al corpo animale, la quale, essendo segregata nel cervello, era trasmessa ed accumulata nelle fibre muscolari come tante piccole bottiglie di Leyden; che il loro interno caricavasi di elettricità *vitrea*, e la superficie di elettricità *resinosa*; e finalmente, che quando mettevansi in comunicazione col mezzo di un arco metallico i nervi ed i muscoli, l'equilibrio era ristabilito, ed a questo dovevansi le contrazioni muscolari.

139. Il celebre Volta, lungi dal lasciarsi sedurre da queste viste ipotetiche di Galvani, conobbe in que' fenomeni delle indicazioni tutte diverse. Vedendo dunque che le contrazioni si ottenevano difficilmente con un solo arco dello stesso metallo, e che con un arco formato da due metalli eterogenei accadevano costantemente, conchiuse che il principio della irritazione risedeva nei metalli adoperati, e perciò potersi sviluppare il fluido elettrico col solo contatto di due metalli eterogenei, il quale ancorchè debole era sufficiente produrre delle irritazioni su gli organi di una natura così delicata.

140. Galvani cercò di sostenere la sua opinione dell'elettricità animale contro il Pr. di Pavia; e l'argomento il più forte che gli opponeva, era un fatto osservato dal suo nipote Aldini; che lo sviluppo cioè de' movimenti convulsivi accadeva indipendentemente dal concorso di sostanze metalliche, col solo contatto de' muscoli con i nervi (1).

Questi ed altri sperimenti di Galvani, in vece di opporsi alle viste di Volta le dettero al contrario maggiore estensione. Il fisico di Pavia allora provò, dopo una serie di sperimenti della più grande importanza,

(1) Questo stesso effetto produce la *torpedine* (*raja torpedo*); e soprattutto l'*anguilla* tremante del Surinam (*gymnotus electricus*). La commozione che questi animali cagionano, è analoga alla commozione elettrica di una piccola pila voltaica; e spesso nella interruzione della catena de' conduttori, dà luogo ad una scintilla luminosa, come lo ha osservato il Walsch. (*Phil. Transact. LXIII. pag. 461.*)

che l' elettricità poteva svilupparsi non solo col contatto di due metalli eterogenei, ma anche con quello di due sostanze di qualunque altra natura; sebbene quelli fossero de'motori i più energici dell' elettricità, massime quando sono disposti nell'apparecchio chiamato *pila di Volta*, che ha sì giustamente reso celebre e che lo renderà per sempre, il nome di questo Fisico Italiano.

Pila di Volta.

141. Questo apparecchio, che è il più prezioso di quanti la chimica ne possegga, è divenuta nelle mani di molti fisici, e di Davy particolarmente, una sorgente di tante brillanti scoverte.

Gli sperimenti fondamentali intrapresi da Volta col mezzo di un disco di rame ed un altro di zinco sul suo elettrometro (§. 86), gli fecero conoscere, che questi due metalli isolati, non contenendo che la loro quantità di elettricità naturale, si costituivano in due stati opposti di elettricità; di modo che quando venivano separati, l' uno dava segni di elettricità *vitrea*, e l' altro di elettricità *resinosa*. Questi effetti che si producevano ancora col contatto di altri corpi, erano più energici col rame e con lo zinco, metalli che furono perciò dal Volta preferiti per la costruzione de' due suoi primi apparecchi *elettromotori*; il primo chiamato *corona di tazze*, ed il secondo *apparecchio torpedinale*, come se la disposizione degli organi elettrici della *torpedine* gliene avesse somministrata l' idea.

Apparecchio a corona di tazze.

142. Si compone questo apparecchio con un numero più o meno grande di tazze di porcellana o di bicchieri di cristallo posti in circolo, che si fanno comunicare con archi di fili metallici (*fig. 63*) le cui estremità sono una di rame *a*, e l' altra di zinco *b*; o pure possono finire con due lamine degli stessi metalli saldate all' estremità dell' arco, come si vede in *c*. Nell' interno delle tazze vi si mette una quantità di liquido detto *eccitatore*, che si forma con acqua e sale comune, o sale ammoniaco.

Apparecchio torpedinale o a colonna.

143. L' altro apparecchio si costruisce con tanti dischi di rame, di zinco, e tondi di panno o di cartone ba-

gnati col liquido precedente, separati ed uniti nel modo che segue:

1. Disco di rame, disco di zinco, tondo di panno } formano il primo elemento.

2. Disco di rame, disco di zinco, tondo di panno } formano il secondo elemento.

E così di seguito, in modo che queste serie ascendano almeno da 60 ad 80, formando une pila isolata (*fig.* 64) i cui estremi terminando, l'inferiore col rame B, ed il superiore con lo zinco A, costituiscano per mezzo de' fili metallici *c d* i due poli, vitreo o positivo A, e resinoso o negativo B.

144. Questi furono i primi apparecchi immaginati dal Volta, i quali poi modificati in diverse guise, han fatto conoscere:

1. Che vi è gran vantaggio saldare insieme i due dischi rame e zinco, che formano gli *elementi* della pila.

2. Che l'acqua pura è un conduttore meno buono dell'acqua saturata di sale, e soprattutto di acido nitrico, il quale produce maggiore effetto, e dà con più facilità il passaggio del fluido elettrico da un elemento all'altro.

3. Che invece di dischi, possono impiegarsi con egual successo delle lastre degli stessi metalli, quadrate, o di qualunque altra figura.

4. Che gli effetti chimici di una pila dipendono principalmente dalla sua *tensione*, la quale, essendo nella ragion diretta del numero degli elementi, qualunque sia la loro dimensioue, è meglio servirsi di una pila a piccole lastre, che di un altra che le abbia molto grandi, essendo la somma delle superficie la stessa; mentre le pile a grandi lastre non convengono che in pochi casi solamente, cioè quando si vogliono far bruciare alcuni fili di metallo (1).

(1) Nell'opera di Cuthbertson pag. 161, si troverà descritta la quan-

5. Che situando la pila verticalmente, facendo uso di drappo o cartone bagnato per mantenere il conduttore umido, il soverchio peso degli altri dischi sovrapposti discaccia una quantità di liquido, il quale colando lungo la parte esterna della pila ne stabilisce una comunicazione più o meno grande fra tutte le parti; ciò che poi contribuisce a diminuirne l'effetto.

6. Che può rimediarsi a questo inconveniente situando gli elementi di una pila ad una certa distanza fra loro su di corpi non conduttori; formando con questi e col mastice lo spazio che li separa inferiormente e lateralmente; in modo da produrre delle *truogole* (*tinozze*) le quali si riempiono di liquido conduttore, e si costituirà così una pila orizzontale.

145. Dopo ciò è facile conoscere il modo di costruire una buona pila di una dimensione più o meno grande. La seguente è quella di cui si servirono Davy, Gay-Lussac e Thenard nel produrre la maggior parte delle chimiche scomposizioni.

Si abbiano più lastre di rame e di zinco di figura rettangolare, delle quali quelle di zinco debbono essere spesse almeno 3 in 4 volte più delle altre di rame; si facciano saldare a coppia rame e zinco, e si procuri una cassa bislunga di legno, un poco più profonda e più larga delle lastre che vi si debbono introdurre. Si pratichino nell'interno, come lo indica Cruikshank, tante scanalature, per quante coppie di rame e di zinco vi si vogliono adattare, e si ricovra il fondo con uno strato, spesso almeno 5 millimetri, di un mastice composto da 4 parti di polvere finissima di mattoni, 3 di resina, ed 1 di cera gialla. Si faccia lo stesso per le scanalature; quindi riscaldando la prima coppia di rame e zinco, si applichi alla prima scanalatura, e così per la seconda e terza coppia ec., disponendole sempre, rame e zinco, rame e zinco ec., in modo che i due estremi che si chiamano *poli*, presentino uno rame, e l'altro zinco (*fig.* 65.)

---

tità di superficie necessaria per bruciare differenti lunghezze di fili metallici.

146. Si può formare questa pila con una cassa di legno anche bislunga, ma senza che vi siano scanalature nella parte interna, come la precedente; allora è duopo covrire il fondo col solito mastice, e quindi preparare tanti tubi curvati come la lastra di rame e zinco, (*fig.66*) facendo in modo, che immergendoli nel mastice fuso, si adatti prima uno di questi tubi, poi una coppia di rame e zinco, quindi un altro tubo, inseguito un'altra coppia ec., fino a che siensi introdotte nella cassa tante coppie per quante ne può contenere. Basterà allora colare dell'altro mastice fra quegli spazi che sono in vicinanza delle coppie e de' tubi, perchè l'apparecchio resti consolidato, e perfettamente isolato. Si possono anche fissare molte coppie di rame e zinco ad un legno secco per introdurle e levarle dalle loro cellette, come si vede nella *fig. 67*.

Volendosi ottenere effetti molto energici, non essendo bastante a produrli una sola pila, si riuniranno per mezzo di conduttori di metallo altre pile, formandosi la così detta *batteria galvanica* (1).

---

(1) Vi sono molte altre modificazioni fatte alla pila del Volta, e fra queste merita menzione la *pila a secco* immaginata da Zamboni, o piuttosto da Deluc, composta di dischi di carta dorata, o argentata in una delle loro superficie, ed intonacata in questa stessa superficie da uno strato di olio di uliva e polvere di perossido nero di manganese, il quale, come tutt' i perossidi, fa da elemento negativo.

Questa pila sembra essere stata diretta ad avere una specie di movimento perpetuo, di cui l'elettricità n' è il motore; il quale movimento si ottiene, situando due di queste pile una vicino l'altra poste coi poli contrarii su di un istesso sostegno conduttore, e fra le quali un lungo ago isolato possa oscillare in una sospensione estremamente mobile. Quest'ago essendo avvicinato alla sommità di una delle due pile, si elettrizza e si respinge sulla sommità dell' altra, ove prende una elettricità contraria. Esso ritorna dunque alla prima pila, quindi alla seconda indefinitamente, ed è a questo moto alternativo che si limita l' uso della pila.

Ritter ha pure immaginato una pila che porta il nome di *pila secondaria*, la cui invenzione si rapporta ad alcune sperienze fatte precedentemente da Ermann di Berlino, sulla imperfetta conducibilità delle sostanze vegetali imbevute di acqua. Nell' Archivio delle scoverte pel 1820, si descrive un nuovo apparecchio Volatico del Dottor Straub nel quale egli adopera dischi di carbone artificiale, e dischi di zinco, i quali hanno appena 3 pollici di diametro. Quattro coppie di questi dischi, zinco e carbone danno delle scintille, e 5 coppie poi scompongono l' acqua.

147. Ma fra le tante pile descritte, quella che merita di esser preferita è la pila costruita da Children dietro il consiglio del Dottor Wollaston, colla quale egli ha ottenuto, adoperando delle larghe lastre, effetti considerevoli.

Ciascuno elemento di questa pila è formato come gli altri da una lastra di zinco ed un'altra di rame, ma siffatte lastre invece di essere saldate insieme, non si toccano che per le loro estremità solamente. La lastra di rame ha la stessa larghezza che quella di zinco, è quasi due volte più lunga, essendo curvata come una lettera U. La *fig. 68* presenta in A la lastra di zinco, piegata in un rettangolo, ed in B egualmente la lastra di rame; in *c* poi si conosce come la lastra di zinco s' introduce nella lastra di rame, in modo che in *n n* viene fissata su quella di rame, e finisce in X lontana un mezzo pollice almeno dell' estremità della lastra di rame curvata. La *fig. 69* rappresenta uno di questi elementi, sormontato da una piccola lamina dello stesso metallo, per unirsi all'altro, nella sua curvatura rettangolare XX; e la *fig. 70* dimostra poi una pila così montata, i cui elementi, rame e zinco, sono indicati dalle lettere *aaa* il primo, e dalle altre *bbb* l' ultimo.

I due poli sono segnati da *c c* pel positivo o vitreo, e da *d d* pel negativo o resinoso. Queste lastre così riunite, vengono sospese ed abbassate a piacere per introdurle in una cassa di legno coverta dal solito mastice, e nella quale siasi già posto il liquido eccitatore.

148. Onde dare una spiegazione plausibile sull' influenza del numero e della superficie degli *elementi elettro-*

Il Dottor Dana dell' università di Harward negli stati uniti di America ha formato una nuova batteria elettrica, la quale ha il vantaggio di esser molto forte e portatile. Essa consiste in lastre di cristallo e foglie di stagno poste alternativamente le une sulle altre. Le lastre di cristallo però hanno 2 pollici di larghezza dippiù delle foglie di stagno, e queste debbono sorpassare da due in due per le estremità di quelle di cristallo, cioè da una parte le foglia di stagno, 1, 3, 5, 7, ec. e dall' altre le foglia, 2, 4, 6, 8, ec. sino a che riunendosi sulle due parti queste piccole lamine, si stabilisca una comunicazione compiuta fra tutte le superficie metalliche. (*Revue Encyclopédique; novembre 1820*).

motori nell' accrescere o diminuire la intensità di una pila, ha dovuto ammettersi, che quando due lamine o dischi, come p. e. uno di rame ed un altro di zinco, divengono elettriche pel solo contatto delle loro superficie interne, le armature esterne ricevono nello stesso tempo l' elettricità sviluppata, ossia libera; e se allora si sovrapponga a questa coppia che presenta la sua superficie zinco, una terza lamina armata, dalla parte rame, questa nuova lamina verrà caricata non solo dall'elettricità divenuta libera nell'armatura della seconda lamina, cioè zinco, ma anche da quella sviluppata col suo contatto col secondo e terzo pajo di lamina di rame e zinco, di modo che la carica o *tensione* elettrica delle tre coppie o *elementi* riuniti, sarà più forte che quella della prima e seconda coppia; e se aggiungasi similmente una quarta coppia, essa riceverà del pari non solo l'elettricità libera delle tre coppie, ma anche quella che sviluppasi dal suo contatto coll' ultima e della sua propria armatura; e così di seguito.

149. Ecco come vengono rappresentate queste quantità di elettricismo che si accumulano negli elementi di una pila.

La somma delle due elettricità *vitrea* o *positiva*, *resinosa* o *negativa*, sono rappresentate per mezzo dell' unità, qual somma divisa egualmente fra i due dischi zinco e rame, la quantità di fluido elettrico che ciascuno di esso contiene sarà come $\frac{1}{2}$. Se questa frazione appartiene all'elettricità *resinosa* sarà indicata col segno negativo —; se alla elettricità *vitrea*, col seguo positivo +. Così lo stato dello zinco sarà espresso per $+\frac{1}{2}$, e quello del rame per $-\frac{1}{2}$. La quantità assoluta di fluido elettrico può variare, ma la differenza 1 fra gli stati dei due dischi rimarrà costantemente la stessa.

Se la comunicazione del disco inferiore rame si stabilisce col serbatojo comune, questo disco che trovasi elettrizzato negativamente, o che ha il fluido resinoso, cercherà riprendere dal suolo ciò che ha perduto; il suo stato elettrico però non può cambiarsi, se quello del disco superiore non varia, dovendo esser sempre la differenza elettrica degli uni agli altri nel medesimo stato di

equilibro. Bisognerà dunque, che tutte le quantità negative della metà inferiore della pila sieno neutralizzate a spese del serbatojo comune; ed allora avverrà che il disco inferiore rame avrà il grado di elettricità del suolo, che noi rappresenteremo per zero; che il secondo disco zinco, il quale trovasi in contatto immediatamente col precedente, avrà + 1; che il terzo rame, separato dal disco zinco per mezzo del panno bagnato, avrà come questo + 1; che il quarto disco zinco il quale tocca il precedente avrà + 2; e finalmente che la quantità di elettricità de' diversi elementi crescerà così seguendo una progressione aritmetica.

La forza però della pila isolata sarà maggiore di quella che comunica col suolo. In fatti supponghiamo che una pila isolata fosse di sei elementi, o dodici lastre di rame e zinco; il polo rame sarà — 3, ed il polo zinco + 3; che se poi si metta uno di questi poli in comunicazione col serbatojo comune, questo polo diverrà zero, l'altro + 6, se era il polo zinco, e — 6 se il polo rame.

Maniera di fare agire la pila su i corpi.

150. Si attaccano due grossi fili conduttori di ottone o di platino ai due estremi della pila, in modo che quello che trovasi unito al disco zinco formi il polo positivo, e l'altro che è al disco rame, il polo negativo. Si riempiono allora quasi interamente gli spazii, che sono fra un elemento ed un altro, di un liquido formato da una parte di acido nitrico di commercio (acqua forte), e 14 a 15 di acqua comune (1); si mette il corpo, sul quale l'azione della pila deve aver luogo, in contatto, da una parte coll'estremità del polo positivo, e dall'altra con quella del filo negativo, in modo che queste due estremità sieno distanti di qualche millimetro. L'azione allo-

(1) In vece dell'acido nitrico può adoperarsi anche l'acido solforico, ma la proporzione dell'acqua deve essere di 26 parti sopra 1 di acido. Il miscuglio però fatto con 60 parti di acqua, 1 di acido solforico, ed 1 di acido nitrico è da preferirsi.

ra sarà tanto più energica, per quanto questa distanza dei due fili metallici sarà più piccola, e la comunicazione meglio stabilita.

151. Supponendo che si adoperi una pila costruita, e posta in attività con i mezzi di già descritti, ecco quali saranno gli effetti che dovrà produrre.

1. Se si tocchi con una mano la sommità della pila e con l'altra la parte inferiore, questi eccessi di elettricità, scaricati attraverso gli organi nel serbatojo comune, ecciteranno una commozione (*scossa*) che sarà tanto più forte, per quanto questa perdita si ripara a spese del suolo. La pila allora riprenderà il suo grado di tensione, che si avviciua a quello che aveva nello stato di equilibrio, poichè la corrente elettrica è più grande nell' interno della pila, che negli organi i quali sono conduttori imperfetti.

2. Attaccando un pezzo di carbone ben cotto all'estremità di un filo metallico, ed avvicinando queste due estremità a' due poli della pila, il corbone diverrà incandescente.

3. Se con un filo di ferro, che abbia le due estremità terminate una da punta acutissima, e l' altra in modo che possa attaccarsi al polo negativo della pila, si tocchi per la suddetta punta l' estremità del polo positivo, si trarranno gran numero di scintille luminosissime, come avviene quando i fili molto sottili dello stesso ferro si bruciano nel gas ossigeno.

4. Se si tocchi con la mano bagnata nel liquido eccitatore, uno de' poli della pila, il cui numero degli elementi non sia molto grande, e si avvicini l'altro polo sul naso anche bagnato, si avvertirà la scossa, e si vedrà una luce elettrica avanti gli occhi.

5. I corpi non conduttori, come lo zolfo, il vetro, il legno secco, gli olii, il grasso ec. non vengono alterati dalla pila. Al contrario poi i corpi semplici conduttori sono la maggior parte riscaldati, arroventati, o ridotti allo stato di gas, come lo sono dal calorico; ed i corpi composti son tutti separati ne' loro elementi. L'elettricità in questo caso agisce come uno de' mezzi più energici di scomposizione chimica.

6. Quando si mettono i due fili conduttori delle due estremità della pila in comunicazione con una batteria di Leyden, uno coll' armatura interna, e l'altro coll' esterna, la batteria verrà subito caricata. Se allora si allontanano i due fili, e si stabilisca la solita comunicazione, come quando le bottiglie son caricate con una macchina elettrica, si proverà la scossa accompagnata da una scintilla.

Effetti chimici della pila sui corpi.

152. La scoperta della pila voltaica renderà per sempre immortale il nome del celebre fisico italiano, Volta. Tutt' i più grandi progressi che han fatti dopo la fisica e la chimica, son dovuti unicamente a questo ingegnoso apparecchio.

Le prime applicazioni dell' elettricità accumulata mediante la pila voltaica, furono fatte da Carlisle e Nikolson nella scomposizione dell' acqua. Ma essa divenne poco dopo nelle mani del celebre Davy la sorgente delle più brillanti scoperte che abbiansi mai fatte in chimica. La sua azione costante nel superare le affinità più forti conosciute, l' ha fatta impiegare come il mezzo analitico il più energico; e da numerose scomposizioni finora ottenute, ha potuto dedursi che non vi ha finora corpo composto di cui la pila non possa separarne i suoi elementi.

153. Cruikshank fece dopo di Carlisle e di Nikolson anche un applicazione più interessante della pila. Avendo egli posto dell' acetato di piombo sciolto nell' acqua all'azione de' due poli della pila, ottenne la riduzione del piombo nel polo negativo, nel mentre che l'ossigeno dell'ossido, e l'acido del sale si radunavano al polo positivo, e l'acqua era parimente scomposta.

154. Dopo la importante scoperta fatta dal celebre Davy de' metalli contenuti negli alcali e nelle terre, creduti corpi semplici, e che avevano prima resistiti a' mezzi più potenti di analisi che la chimica si aveva, Berzelius ed Hisinger, si servirono della pila per la separazione degli elementi degli acidi, de' sali, e degli ossidi metallici; e de-

dussero da' loro sperimenti, che l' ossigeno e gli acidi si portano costantemente al polo *positivo*, e gli alcali ed i metalli al polo *negativo*.

Così se mettasi una soluzione di solfato di potassa in un bicchiere, ed in un altro l' acqua distallata, riunendo i due bicchieri per mezzo de' fili di cotone bagnato, che si fanno immergere per le loro estremità ne' due liquidi indicati, facendo comunicare i due poli di una pila, uno nel primo bicchiero, e l' altro nel secondo, si otterrà la scomposizione del sale; e dove era il solfato di potassa che si trovava in contatto col polo positivo si troverà l'acido solforico, e nel polo negativo che vi era l' acqua distillata, si rinviene la potassa.

Questo sperimento si renderà anche più sorprendente nel modo seguente: Si dispongano allo stesso modo tre bicchieri; si metta la soluzione di solfato di potassa in quello di mezzo, e negli altri due l' acqua distillata, in cui si faranno poi comunicare i due poli; l' effetto sarà, che nel bicchiere ove era l' acqua distallata in contatto col polo positivo, si troverà l' acido solforico, e nell' altro ov' era il polo negativo, si porterà la potassa. E se ne' due bicchieri indicati ov'era l'acqua distallata mettasi in uno, cioè in quello dalla parte del polo negativo, acido nitrico, e nell' altro, che è al polo positivo, l' ammoniaca, aggiungendo altri due bicchieri ne' due estremi coll'acqua distillata, e facendovi le solite comunicazioni de' poli, si otterrà per risultamento che la potassa del solfato posto nel bicchiere di mezzo, attraversa l' acido nitrico contenuto nel secondo bicchiere per portarsi al polo negativo, e l' acido solforico dello stesso sale passerà per l' ammoniaca onde recarsi al polo positivo; ed essi si troveranno nell' acqua distallata contenuta ne' due ultimi bicchieri, ove comunicavano i due poli della pila.

Da ciò si conosce, che la potassa può attraversare l'acido nitrico, e l'acido solforico l' ammoniaca, senza che vi si combinino, o che combinandovisi, vengono nuovamente scomposti dall'azione della pila.

155. Allo stesso modo operando, si vedrà che i reattivi più sensibili allorchè si sottopongono alle correnti elettriche non vengono alterati dal passaggio di quelle so-

stanze che vi hanno una ben nota azione. Così l'acido solforico può traversare la tintura di tornasole per portarsi al polo positivo senza alterarne il suo colore; come può passare per una soluzione di potassa, di soda, di ammoniaca ec. senza combinarvisi.

156. Situando una pila a colonna sotto di una campana di cristallo, facendo in modo che l'orlo di questa poggi sulla superficie dell' acqua, e che la base della pila sia in contatto con questo liquido (*fig. 68*), si vedrà dopo poco tempo prodursi un assorbimento nella campana, soprattutto quando siasi stabilita antecedentemente una communicazione fra i due poli della pila che sono in contatto dell' aria contenuta nella campana: l'assorbimento cesserà quando tutto l'ossigeno dell' aria suddetta si sarà portato nel polo positivo della pila, il quale debbe essere di un metallo facilmente ossidabile, come il ferro, il rame ec.

157. Davy su queste basi estese maggiormente le applicazioni della pila nella scomposizione de' corpi. Egli considerando che gli elementi di questi continuavano ad essere uniti perchè in uno stato di elettricità opposta, ne dedusse che ogni qualvolta si portassero ad uno stato simile, rendendo gli uni positivi e gli altri negativi, ne avverrebbe, per effetto della ripulsione elettrica, la loro scomposizione.

158. Allorchè un corpo è suscettivo di combinarsi con altri, ora come elettro positivo, ed altra volta come elettro-negativo, non può esser separato dalla prima di queste combinazioni, che col mezzo di corpi più positivi, e nella seconda, da corpi più negativi. Così p. e. lo zolfo può esser separato dall' acido solforico, ove esso è elettro positivo, per mezzo di corpi che sono più elettropositivi, ma non potrà essere altrimenti discacciato dal solfuro di piombo, ove esso è elettro-negativo, se non da quei corpi che sono negativi rapporto al piombo, e che lo sono ancora più dello zolfo.

159. La scarica di una forte pila, produce gli stessi effetti del fuoco; così essa può accendere e far detonare un miscuglio di ossigeno ed idrogeno ec. arroventare e fondere taluni metalli anche infusibili al calore il più ele-

vato delle migliori fucine, come l' irido ec. La grande pila che trovasi nell' Istituto Reale di Londra, arroventa due pezzi di carbone al punto della scarica, più energicamente di quello potrebbe fare qualunque altro mezzo di combustione; il che avviene anche in mezzo ad un gas in cui la combustione non potrebbe aver luogo. In fine può anche prodursi l' ebbollizione dell'acqua mediante la scarica di una forte pila. E sebbene il calore può in molte circostanze separare anche le combinazioni le più forti, l' elettricità produce questi effetti in un modo più energico: quindi può essa applicarsi con più successo a scomporre tutt' i corpi composti sinora conosciuti; è ciò fece pensare a Davy, potersi il calorico considerarsi come un composto de' due fluidi vitreo e resinoso (§ 23.).

160. La progressione degli elementi di un corpo verso i loro poli rispettivi, avviene continuatamente, quante volte la tensione della pila non viene indebolita o interrotta. Ciò si comprende volentieri nella scomposizione dell' acqua in cui (*fig.* 66') AB rappresenta il filo positivo di una pila, e B'C il filo negativo; e supposto che l'acqua da scomporsi, in cui si trovono immersi i poli d'una pila ed a poca distanza, costi di tanti globetti di osigeno e d'idrogeno, e che quelli nella parte superiore, come si vede nella figura, appatengono all' osigeno, e gl' inferiori all' idrogeno, allora questi si manterranno disposti, in uno stato di equilibrio in rapporto alle loro polarità eletriche, ovvero affinità chimiche; ma appena che comincerà ad agire l' azione della pila, e che il filo positivo respinge l' idrogeno ed attira l' osigeno, ed il filo negativo respinge l' ossigeno ed attira l' idrogeno, allora la serie de' globetti d'idrogeno deve avvanzarsi verso il filo negativo E'F, e quella dell'ossigeno verso il filo positivo DE, (*fig.* 66"). La sola ispezione della figura suddetta basta a comprendere che ciascun globetto d'idrogeno o d'ossigeno, non può divenir libero se non se quando si allontana da quelli che sono ancora combinati, e che si avvicina al polo rispettivo. La stessa spiegazione ha luogo in tutte le altre scomposizioni operate per mezzo della pila, come p. e. in quella di un sale, supponendovi allora in luogo de' glo-

betti di osigeno quelli dell' acido, ed in vece de' globetti d'idrogeno quelli dell' ossido. ec. (1)

161. Intanto i fenomeni chimici della pila sono ancora avvolti in qualche difficoltà. La spiegazione più comune è quella, che essendo già provato che i corpi caricati con le stesse elettricità si respingono, e si attraggono quando queste elettricità sono contrarie, così si suppone che le molecole de' corpi composti trovandosi in contatto co' poli di una pila, si costituiscono in uno stato opposto di elettricità; le une divengono elettro-negative, e le altre elettro-positive, e per cui le prime si portano al polo contrario cioè positivo, e le seconde si radunano al polo negativo.

162. Nella scomposizione dell' acqua p. e. tutte le molecole di ossigeno poste nella corrente elettricità negativa, e le molecole d' idrogeno, acquistano l' elettricità positiva. Può ciò osservarsi nella *fig.* 72", ove trovasi nel tubo A l'acqua; le molecole d' idrogeno sono segnate con le lettere *o*, essendo indicati i due poli ove esse si diriggono, il positivo *a* col segno +, ed il negativo *b* col segno —. L' ultima molecola di ossigeno si sviluppa allo stato di gas, come avviene per l' ultima molecola d' idrogeno, e le molecole di mezzo si riuniscono per formar l' acqua; e ciò suole accadere, durante tutto il tempo che la corrente voltaica ha luogo.

163. Dietro tali osservazioni sembra che l' effetto della pila dovesse essere altrettanto più grande, per quanto la forza ripulsiva alle estremità de' fili è più considerevole. Così la scomposizione dell' acqua pura, dovrebb' essere più facile che quella dell' acqua resa acida, perchè più conduttrice; ma il contrario avverasi col fatto. Egli è però certo, che il passaggio della corrente elettrica attraverso le molecole di un composto, facilita la separazione dei suoi elementi (2).

164. Grottus (3), il quale si è occupato più recente-

(1) All' articolo *acqua*, si esporrà l' apparecchio conveniente per iscomporre questo liquido mediante l' azione della pila.
(2) V. la memoria di M. A. de La Rive, negli Ann. de chim. et de phys. tom. 28.
(3) V. Annales de chimie, tom. LVIII, p. 54.

mente dell' azione della pila nel produrre la scomposizione de' corpi, considera anche il fenomeno come dipendente dalla polarizzazione delle molecole degli elementi di un composto. Così quando si mettono in contatto le due estremità de' fili di platino che sono adattati a' due poli di una pila, con un corpo che questa può scomporre, gli atomi costituenti delle particelle posti fra il polo positivo ed il polo negativo si polarizzeranno, vale a dire, che il loro fluido naturale sarà scomposto, e che gli uni diverranno positivi, voltandosi verso il polo negativo, mentre che gli altri diverranno negativi diriggendosi verso il polo positivo. In fatti nello stesso esempio della scomposizioue dell'acqua, supponendo che si trovino vicino alle estremità de' due poli cinque sole molecole di questo liquido, ciascuna delle quali costi di un atomo di ossigeno e di un atomo d'idrogeno; avverrà che il filo negativo attirando tutti gli atomi d'idrogeno, dovrà respingere tutti quelli di osigeno, ed al contrario, il filo positivo attirando tutti gli atomi di osigeno e respingendo tutti gli atomi d'idrogeno, accaderà che questi si porteranno successivamente all' estremità del filo negativo, mentre che i primi si recheranno all' estremità del filo positivo. In questo tragitto intanto un atomo negativo qualunque d'idrogeno non diverrà libero, che quando si sarà combinato momentaneamente e successivamente con tutti gli atomi positivi di osigeno che incontrerà nel passaggio; e reciprocamente, un atomo positivo qualunque di osigeno si combinerà anche momentaneamente con tutti gli atomi negativi d' idrogeno, co' quali dovrà venire in contatto nel suo camino. Così p. e. il primo atomo d' idrogeno della prima particella di acqua che si scompone, lasciando l'atomo di osigeno, si combinerà coll'altro atomo di osigeno della seconda particella di acqua, che poi abbandonerà per combinarsi a quello della terza, ec. sino a che non arriverà al filo negativo, in cui isolato da ogni altra combinazione, si manifesta co' suoi caratteri fisico-chimici che li appartengono; ed al contrario, nello stesso modo avverrà pel primo atomo di ossigeno, che dovrà separarsi dall' atomo d' idrogeno nella prima particella di acqua che si scompone, fino a

che non giungerà al polo positivo ec. Lo stesso accaderebbe se in vece di 5 particille di acqua, ve ne fossero 100, 1000, ec. perchè in tutt' i casi le molecole di un principio costituente di un corpo, si polarizzano in modo che i loro atomi positivi divengono negativi, e quelli negativi dell' altro costituente si mostrano positivi, per essere separati ed attirati a' poli contrarii; cioè gli atomi divenuti negativi lo sono dal polo positivo, e gli atomi costituiti positivi dal polo negativo.

165. Siccome questa spiegazione non era suscettiva di rendere ragione di tutt' i fenomeni, così Ampere ne propose un altra che può applicarsi in un modo più generale. Egli suppone le molecole de' corpi come in uno stato permanente di elettricità, per alcune positivo, e negativo per le altre. Gli alcali e l' idrogeno sono nel primo caso; l' ossigeno e gli acidi nel secondo. Se queste particelle non manifestano alcun segno di elettricità, è perchè quella che le è propria deve, dopo le leggi ordinarie delle azioni elettriche, scomporre il fluido neutro che riempie lo spazio intorno ad esse, respingere l' elettricità della stessa natura che la sua, attirare l' elettricità contraria, e formare così con quest' ultima una piccola atmosfera elettrica intorno le sue particelle: quest' azione allora si opporrebbe ad ogni ulteriore scomposizione del fluido neutro che le circonda.

166. In questa ipotesi, ciascuna particella potrebbe considerarsi come nel caso di una bottiglia di Leiden, le cui pareti sarebbero assai minute; e supponendo che si mettano in contatto particelle di ossigeno e d' idrogeno, e che facciasi comunicare per uno de' mezzi esposti l' elettricità positiva libera che circonda le particelle di ossigeno, coll' elettricità negativa libera che circonda le particelle d' idrogeno, queste due elettricità nel combinarsi produrranno il fluido neutro, e le elettricità proprie dell' idrogeno e dell' ossigeno che erano dissimulate, si combineranno per formar l' acqua. Dopo ciò è evidente, che ciascuna particella di acqua si condurrà come se non avesse alcuna elettricità, allorchè le quantità di fluido delle particelle di ossigeno e d' idrogeno si trovassero in un rapporto conveniente per dissimularsi

completamente, nè vi sarà alcuna tendenza nella particella di acqua per iscomporre il fluido neutro che le circonda.

167. Nelle circostanze in cui il corpo elettro-negativo è in eccesso, il composto sarà elettro-negativo, come è negli acidi, le cui particelle sono circondate da un atmosfera positiva; al contrario gli alcali racchiudendo un eccesso di particelle elettro-positive, il composto sarà elettro-positivo, e le atmosfere delle loro particelle elettro-negative; dal che si deduce che gli alcali e gli acidi potrebbero dare, colla loro unione, de' sali neutri elettro-negativi o elettro-positivi. Con questa ipotesi si spiega perchè, nell'atto della combinazione di un acido e di un alcali, la corrente elettrica nel filo conduttore si manifesta dall'acido all'alcali; cioè per le elettricità libere delle particelle dell'acido e dell'alcali, che si portano in questo filo per combinarsi.

Dello stato elettrico de' corpi, e delle relazioni delle polarità elettriche da cui dipende.

168. L'indagare come l'elettricità trovasi ne' corpi, come questi sono *elettro-positivo* ovvero *resino-polari*, o *elettro-negativi* o *vitropolari*, e come un corpo elettro positivo può combinarsi ad un altro elettro-positivo, ciò che sarebbe contrario a quanto si è stabilito, che cioè i corpi caricati con la stessa elettricità si respingono, e si attraggono allorchè queste elettricità sono contrarie, si rende ancora difficile poterle spiegare, ancorchè le congetture sinora avvanzate sembrassero esatte.

169. Berzelius, che ha tentato il primo di dare una ragione più plausibile di questi fenomeni, li fa dipendere dallo stato di *polarità elettrica* in cui si trovano le molecole de' corpi, ammettendo che non può esservi elettricità libera, se non in conseguenza di una simile polarità, come lo mostra la *tormalina*, che ce ne dà il migliore esempio.

Ma ammettendo anche che ciascun atomo di un corpo possegga una polarità elettrica, da cui dipendano i fenomeni *elettro-chimici* nella loro unione, e che la ineguale intensità sia la cagione della differenza di forze con cui si

esercitano le loro affinità; ciò sarà mai bastante onde spiegare i fenomeni di elettricità specifica che presenta ciascun atomo di un corpo, e che rende gli uni *elettro-positivi* e gli altri *elettro-negativi*? Si ha dovuto perciò ricorrere ad una specie di elettricità *parziale*, esaminata la prima volta da Ermann il quale chiamolla *unipolare*, a quella proprietà cioè che hanno taluni corpi di portarsi solamente ad un polo, di cui la esistenza è positivamente provata. Così ammettendo che nelle molecole di un corpo l' elettricità dell' uno de' poli trovisi più concentrata in un punto che in un altro, e che vi esista una simile unipolarità specifica, mercè la quale presso gli uni domini il polo positivo, ed il polo negativo presso altri, si comprenderà, *come l' elettricità può trovarsi nei corpi*, ed in che consistano le proprietà elettro-chimiche de' medesimi; mentre essi saranno *elettro-positivi* o *elettro-negativi*, secondochè l'uno o l' altro polo vi predomina.

170. Quando due corpi *elettro-negativi*, o *vitro-polari*, come l' ossigeno e lo zolfo, si combinano più intimamente che l' ossigeno ed il rame, ancorchè quest' ultimo fosse elettro-positivo, ciò non si debbe attribuire che al grado di affinità de' corpi, il quale non dipende unicamente dalla loro *polarità specifica*, ma piuttosto dall' intensità della loro *polarità generale*; e que' corpi che sono suscettivi di una più intensa polarizzazione, debbono avere maggior tendenza a neutralizzare l' elettricità che è divisa ne' loro poli, ovvero una più grande affinità degli altri corpi; il che prova che l' affinità consiste nella intensità della polarizzazione. Quindi si spiega come l' ossigeno si combina piuttosto con lo zolfo che col piombo; dappoichè sebbene i due primi avessero la stessa *unipolarità*, purtuttavia il polo positivo dello zolfo neutralizza una più grande quantità di elettricità negativa nel polo dominante dell' ossigeno, che quella che non può neutralizzare il polo positivo del piombo.

171. Il grado di temperatura influisce molto nell' accrescere la polarità elettrica ne' corpi, poichè molti di essi che alla temperatura ordinaria non sembrano avere che una debole polarità, ne acquistano poi una assai forte ad un grado di calore più o meno elevato; altri al contra-

rio la perdono allorchè questo grado di calore è troppo intenso: l'esempio ce lo dà la combinazione dell'ossigeno col mercurio, la quale non accade che ad una temperatura poco elevata, ed è distrutta o non avviene ad un calore rosso ec. Ciò ha fatto dedurne, che le affinità di taluni corpi non cominciano ad aver luogo che a temperature molto elevate; e che la neutralizzazione elettro-chimica una volta operata, non può altrimenti distruggersi che per mezzo di forze elettriche, le quali rendono alle parti la loro polarità.

Delle attrazioni elettriche in relazione con le affinità chimiche.

172. Davy e Berzélius, i due più celebri chimici che abbiano trattato questo argomento con la massima penetrazione, han reso conto delle scomposizioni di quei corpi che prima avevano resistiti a' più potenti mezzi di analisi conosciuti, derivandole dagli effetti simili delle azioni elettriche con le affinità chimiche le più forti. E di fatti, i fenomeni dipendenti dall' elettricità, difficilmente si potrebbero spiegare senza ammettere che le affinità chimiche con tutte le sue varità, guardate in una maniera generale, sieno l'effetto della *polarità elettrica* delle particelle de' corpi, e che l'elettricità sia cagione primitiva di ogni azione chimica; come le affinità elettive non sono che l'effetto di una più forte polarità elettrica in certi corpi che in taluni altri. Così p. e. quando la combinazione chimica di AB viene scomposta dal corpo C, il quale ha una più grande affinità per A che per B, è duopo che C abbia una intensità di polarizzazione elettrica più forte che B; il che produce una perfetta neutralizzazione più fra A e C, che fra A e B, la quale può essere anche accompagnata da una temperatura sì avvanzata, da manifestarsi lo sviluppo di calorico e luce: B allora si presenta di nuovo con la sua elettricità primitiva, la quale sparisce mercè la combinazione di A con C. Se poi di questi tre corpi fosse A che abbia la più debole polarizzazione, B sarà egualmente discacciato da C, ancorchè non vi fosse innalzamento apparente di temperatura, unicamente per

la grande tendenza di neutralizzazione di C che è più fortemente polarizzato; e finalmente nelle doppie scomposizioni, o affinità elettive, se due corpi AB, e CD si scompongono reciprocamente in modo che si formino due nuovi composti AD, e CB, la polarizzazione elettrica sarà nello stesso modo meglio neutralizzata nelle ultime combinazioni che nelle prime. (§. 20).

Dietro questa maniera di vedere le affinità, ecco come Davy stabilisce la sua ipotesi sulla identità delle affinità chimiche con le attrazioni elettriche. Egli dice, che la la cagione primitiva che dà origine alla diversa tensione elettrica, sia quella stessa che produce le chimiche affinità; le quali allorchè hanno luogo fra i corpi in massa, si manifestano co' segni elettrici, divenendo i corpi positivi o negativi per attirarsi elettricamente; e quando agiscono sopra atomi o particelle dotate di libero movimento, si attraggono anche queste in modo scambievole e si combinano insieme chimicamente: che le molecole dei corpi allorchè son dotate di affinità reciproca, possono divenire elettro-positive o negative, e l'azione chimica essere altrettanto più energica per quanto più prontamente esse potranno assumere in quel punto una elettricità contraria a quella della molecola con la quale debbe prodursi la chimica combinazione; ed al contrario, la scomposizione delle particelle già combinate essere dipendente dallo stato simile di elettricità nelle medesime sviluppato: che nella combinazione intanto di queste molecole non dee credersi, che per la neutralizzazione delle due elettricità siasi estinta quella manifestatasi in ciascuna molecola, che anzi ogni molecola eterogenea che trovasi nel composto, possiede la sua elettricità primitiva, mercè la quale la combinazione ha avuto luogo. Che dopo ciò supponendo che si faccia agire una corrente elettrica positiva sopra una chimica combinazione, avverrà che le molecole le quali son dotate di energia elettrica negativa, saranno forzate anch'esse a prendere la elettricità positiva, e respinte ovvero separate dalle altre molecole con cui erano unite, perchè anch'esse positive; e che in tal guisa separate ciascuna riprenderà il suo stato elettrico naturale, e verranno le positive attirate al polo negativo, e le nagative al polo po-

sitivo: che ciò mena ad una conseguenza importante, cioè che l'energia dell'azione dell'elettrico che passa da un polo all'altro, supera quella dell'affinità con cui erano unite le molecole del composto, e che questa affinità consiste appunto nel diverso stato elettrico delle molecole costituenti il composto.

173. Questa ipotesi vien sostenuta da' seguenti fatti che coincidono co' fenomeni prodotti dalle semplici affinità chimiche.

1. Che la elettricità di cui s'investono i corpi nel loro contatto, è l'opposta di quella che appartiene al polo da cui essi sono attirati nelle scomposizioni, essendo già provato che le sostanze le quali danno meglio origine alla corrente elettrica, son quelle che hanno più affinità fra loro, allorchè sono libere e poste a contatto. (§. 126).

2. Che siccome l'affinità viene superata allorchè artificialmente si cambia la elettricità in uno degli elementi di un composto chimico, così essa può assere accresciuta rinforzando anche artificialmente l'elettricità. Lo zinco p. e. che ha grande affinità per l'ossigeno, non si ossida quando viene elettrizzato negativamente; e l'argento che ha poca affinità per l'ossigeno istesso, si ossida facilmente allorchè si elettrizza positivamente.

3. Che siccome nelle chimiche azioni evvi ordinariamente sviluppo di calorico e di luce, e talvolta di solo calorico, così gli stessi fenomeni manifestansi nelle azioni elettriche; e quando queste sono più intime, la chimica combinazione ha più prontamente luogo, ed è sovente accompagnata da sviluppo di calorico e di luce. Così un carbone nel vôto, o nel gas idrogeno esposto all'azione di due punte di platino da cui si scaricano opposte elettricità, diviene rovente come allorquando brucia nel gas ossigeno (V. la teoria sulla combustione).

4. Finalmente, che le poche obiezioni (1) fiuora ad-

(1) La prima di queste obiezioni, che Berzelius non aveva interamente dissimulata (*V. Essai sur la théorie des prop. chim. édit. 1819, p. 77.*) è la seguente: se l'affinità chimica non dipendesse da altra cosa che dalla forza elettrica, ne resulterebbe che l'ossigeno p. e. dovrebbe avere altrettanta affinità per un corpo combustibile, per quanto questo più si avvicina all'ultimo della serie, nella quale i corpi sono disposti

dotte in contrario alla sudetta identità delle attrazioni elettriche con le affinità chimiche, non possono distruggere un numero di fatti finora sì bene osservati, e soprattutto quelli, che i corpi separati mercè l'azione di una pila, posseggono dopo le stesse proprietà elettro-chimiche che avevano prima delle combinazione; che queste scomposizioni danno resultamenti perfettamenti simili a quelli che si ottengono co' reattivi chimici, nei processi ordinari di affinità chimiche, senza far uso di apparecchi eletrici (V. Elettro-magnetismo.)

174. Da quanto si è esposto, e dietro un gran numero di sperimenti eseguiti con la pila da Berzélius e da Hisinger (1) relativamente alla sua azione sui corpi, potè stabilirsi:

1. Che l'ossigeno, il cloro, il iodio, e gli acidi sono attirati dal polo positivo; l'idrogeno, gli alcali ed i metalli lo sono dal polo negativo.

2. Che tutte le combinazioni chimiche le più forti sono scomposte per mezzo di una pila più o meno energica, essendo considerata la forza elettrica come quella che può più di ogni altra conosciuta, separare gli elementi dei corpi.

3. Che la scomposizione di un corpo può dipendere dal rapporto che vi ha fra le affinità reciproche de' principii del medesimo, e le proprietà che esso ha di costituirsi negli stati opposti di elettricità più o meno grande: dal che si deduce per conseguenza, che vi siano de' corpi i quali ancorchè si trovassero uniti con la più grande affinità, pure potranno essere scomposti dalla pila; ed al contrario esservi de' corpi che sono separati con difficoltà, malgrado che fossero uniti con le affinità le più deboli, lo che deve ripetersi dalle proprietà che essi hanno di divenire più o

secondo le loro proprietà positive; ciò che poi non si avvera in molti casi. La seconda è, che in tale ipotesi sarebbe difficile comprendere l'aderenza intima e durevole che contraggono gli atomi per l'effetto della combinazione; poichè vi ha luogo a credere, che al momento in cui questa avviene, i due fluidi si neutralizzano, ed allora non più un'azione chimica, ma i soli mezzi meccanici dovrebbero bastare per separare gli atomi; ciò che poi nè anche si avvera col fatto.

(1) Afhandlingar Stockholm, I.

meno facilmente negativi o positivi gli uni per rapporto agli altri.

4. Che quando due corpi possono combinarsi fra loro, se in essi la differenza dello stato elettrico è assai grande, avendo molta affinità reciproca, posti convenevolmente nella corrente della pila, l'uno può sempre divenire positivo e l'altro negativo. E Davy avendo provato dietro una serie di combinazioni e chimiche scomposizioni, che i corpi si combinano allorchè sono differentemente elettrizzati, o che posseggono le elettricità contrarie, e che si scompongono quando queste elettricità sono *omonime*, cioè le stesse (§. 112), ne dedusse, che le affinità chimiche debbono considerarsi come dipendenti dalla forza elettrica.

5. Che nelle scariche della pila attraverso i corpi è duopo che questi siano nello stato della più grande concentrazione, che abbiano cioè la minore quantità possibile di acqua, dappoichè in generale la scomposizione di un corpo è tanto più debole, per quanto più trovasi diluito nell'acqua.

6. Che quando un corpo solido, come p. e. un metallo è reso elettrico mediante il contatto di altro metallo, posto in un liquido che può esercitare con esso un azione chimica, spiegherà delle affinità tutte diverse di quelle che aveva prima della sua immersione. Un metallo p. e. elettrizzato negativamente, si conduce come un altro metallo in cui le affinità sono molto più deboli o anche distrutte, mentre che quello che lo è positivamente sembra godere delle affinità molto più forti di quelle di cui era dotato nello stato ordinario. Così quando si attacca un pezzo di zinco recentemente limato sopra una lamina di rame egualmente pulita, e poi s'immerge in una soluzione di sal marino, lo zinco sarà ossidato così prontamente, come se avesse delle affinità molto superiori a quelle dello zinco ordinario; il rame al contrario non sarà punto alterato, mentre che se si mettesse solo in contatto con la soluzione salina, verrebbe prontamente attaccato.

7. Che siccome l'azione del liquido eccitatore è nella ragion diretta delle superficie, così è meglio isolare che

saldare insieme gli elementi di una pila; e l'esperienza ha provato, che raddoppiando le lamine di rame su quelle di zinco, facendo in maniera che si tocchino ne' soli estremi come abbiamo esposto al §. 146, si raddoppia ancora l'energia chimica dell'apparecchio; dappoichè in simil modo le due faccie della lamina di zinco agiscono egualmente; e quindi negli elementi in cui una superficie dello zinco è saldato con un altra di quelle del rame, non trovandosi in contatto del liquido eccitatore, la sua azione si eserciterà da una parte solamente. Quest'azione però cresce sempre proporzionalmente a seconda dell' estensione della superficie del metallo, di manierachè, secondo ha osservato Morichini, può giungere sino al sestuplo con accrescimento sempre considerevole di forza; passato poi un tal termine, la forza si vede aumentare con minore energia. Quando la superficie del rame immersa nel liquido è decupla, l'azione sarà tripla, e volendo render questa quadrupla, è necessario che la superficie del rame sia resa trentadue volte più estesa.

175. Questi ed altri effetti ottenuti dietro i principii precedentemente stabiliti, indussero Davy (1) farne una importantissima applicazione pel conservamento della fodera di rame che veste quella parte de' vascelli immersa nel mare. Basterà quindi mettere da parte in parte de' pezzetti di zinco o di ferro in contatto col rame, perchè questo non venghi punto alterato; allora quella quantità di ossigeno dell'aria che sciogliendosi nell'acqua avrebbe influito alla corrusione del rame, verrà tutta fissata sul ferro o sullo zinco, che sono sempre positivi per rapporto al rame: in tal modo una piccola quantità di questi metalli, può guarentire una estesa superficie di rame (1).

---

(1) V. gli Ann. de chim. et de Phys. t. XXVI, p. 84, e tom XXIV, p. 187.

(1) Bequerel per mezzo dell'elettroscopio di Bohnberger ha potuto, seguendo i fatti precedenti, dedurre da' suoi sperimenti,

1. Che in generale, allorchè una soluzione acida si mette a contatto di un metallo col quale non vi ha azione chimica, il metallo prende l'elettricità positiva, e l'acido l'elettricità negativa, essendo poi inversi gli effetti allorchè si adopera una soluzione alcalina.

2. Che nel contatto dell' acqua pura col ferro, con lo zinco, col

Questo è tutto ciò che abbiam creduto più necessario rapportare nello stato attuale delle nostre conoscenze, per lo sviluppo delle dottrine elettriche in relazione co' fenomeni chimici i più interessanti: noi però avremo occasione di sviluppare più particolarmente queste dottrine nello studio speciale de' differenti corpi, considerandosi il fluido elettrico come quello che ha fra tutti gli altri corpi conosciuti, la maggiore influenza ne' fenomeni chimici.

SEZIONE QUARTA.

Del fluido Magnetico.

176. Quella proprietà che possiede un minerale di ferro poco ossidato detto *calamita*, di attirare cioè il ferro il nikel, il cobalto, il manganese ed il croma con più o meno forza, è stata attribuita ad un fluido particolare imponderabile, a cui si è dato il nome di *fluido magnetico*, e quello di *magnete*, da *magnes*, al minerale che lo contiene.

I chimici si son serviti sinora della calamita onde separare il ferro, il nikel ed il cobalto da altri metalli. Lo studio sul magnelismo apparteneva prima esclusivamente alla fisica; ma essendosi dopo scoperta la identità frà il fluido magnetico ed il fluido elettrico, è divenuto indispensabile il trattarne anche nelle opere di chimica, ad oggetto di comprendere meglio gl' interessanti fenomeni *elettro-magnetici* che i due fluidi sono atti a produrre.

177. Allorchè una calamita si mette in contatto colla li-

---

piombo, e col rame, questi metalli prendono l' elettricità negativa e l' acqua l' elettricità positiva, mentre che poi l' oro, l' argento ed il platino acquistano l' elettricità positiva e l' acqua che li tocca l' elettricità negativa.

3. Che l' acqua di mare è positiva col rame.

4. Che il platino è più positivo coll' acido solforico allungato di acqua, che non è negativo coll' argento, coll' oro, e col ferro; e finalmente, che le azioni elettro-motrici de' liquidi sui metalli tendono ad aumentare le tensioni elettriche degli elementi della pila. (Annales de chimie et de Physique t. XXV, et XXVI.)

matura di ferro, si osserva che questa viene ad accumularsi principalmente in due punti opposti, formando così i due poli detti *magnetici*, i quali si diriggono allorchè la calamita si mantiene sospesa e mobile come l'ago di una bussola, l'uno al Nord e l'altro al Sud; e vengono perciò chiamati *polo Nord* o anche *boreale*, e *polo Sud* ovvero *australe*.

178. I fenomeni magnetici hanno luogo fuori il punto del contatto ed attraverso un corpo qualunque, sia o non sia questo conduttore dell'elettricità, purchè la sua spessezza non oltrepassi la distanza a cui una calamita può attirare il ferro.

L' isolamento non è necessario per la conservazione delle proprietà magnetiche in una calamita, giacchè il contatto de' corpi eterogenei a niente influisce sulla dispersione del fluido magnetico. Quando però una calamita si riscalda sino a farla divenire rovente, o che si riduce in polvere o che si ossida maggiormente il suo ferro, perde del tutto le proprietà magnetiche. Se poi riscaldasi lentamente non fa che divenire più debole, e riprende la sua energia col raffreddarsi.

179. Due calamite possono presentare i fenomeni di attrazione e ripulsione, a seconda che si diriggono i loro poli simili o contrarii; così nel primo caso vi ha ripulsione e nel secondo attrazione. Questi fenomeni, soprattutto quello della ripulsione, si producono quante volte una delle calamite trovasi mobile o su di una punta acuta, come lo è l'ago magnetico di una bussola, o sopra un corpo leggiero galleggiante sull'acqua (1). Allorchè si avvicina il polo Nord della calamita che si tiene con la mano, allo stesso polo Nord dell'altra calamita mobile, vi ha ripulsione, ed attrazione allorchè si presenta allo stesso modo il polo Nord al polo Sud della calamita mobile. Questa simiglianza di affetti con le attrazioni e ripulsioni elettriche, ha fatto ammettere che esistano due fluidi magnetici, come vi sono due fluidi elettrici; che

(1) I principali fenomeni magnetici si osservano meglio nell'ago magnetico o nelle così dette *barre calamitate*, tenute in una posizione orizzontale su di un perno acuto nel quale può liberamente muoversi.

ciascuno di questi predomina in uno de' poli della calamita, come le due specie di elettricità predominano nei due poli di una pila elettrica, e finalmente che una calamita può considerarsi come una pila elettrica allo stato di tensione.

180. Dopo ciò essendosi conosciuto che il fluido magnetico produce in molte circostanze quegli stessi fenomeni che appartengono al fluido elettrico, molti fisici han considerato il primo come una modificazione del secondo, o come il resultamento di una certa disposizione dei due fluidi vitreo e resinoso, e spiegano i fenomeni magnetici presso a poco come i fenomeni elettrici.

Secondo la ipotesi di Colombo per ispiegare i fenomeni magnetici, si ammette, che tutt' i corpi magnetici, contengono un fluido particolare resultante dall' unione de' due fluidi *boreale* ed *australe*; che quante volte questi sono uniti, ovvero neutralizzati ne' corpi magnetici, non manifestano verun segno di magnetismo; ma che se poi viene scomposta una porzione di detto fluido, allora si presentano i fenomeni magnetici, dirigendosi il fluido boreale verso il Nord, ed il fluido australe verso il Sud.

181. Berzélius estendendo le applicazioni dei due fluidi magnetici indicati alla spiegazione de' fenomeni che presentano, considera le molecole di una calamita come in uno stato di *polarità magnetica*; ed onde rendere la spiegazione de' fenomeni magnetici più coincidente con quella de' fenomeni elettrici, egli chiama il polo *boreale*, che prima aveva distinto col segno + M, polo *positivo*, ed il polo australe — M, polo *negativo*.

Quando si dirigge un pezzo di ferro verso uno de' poli di una calamita, come p. e. al polo positivo (polo Nord.), si sviluppa in questo metallo una polarità magnetica: il magnetismo negativo si accumula nella estremità del ferro che tocca la calamita, ed il magnetismo positivo all' estremità contraria; in quello stesso modo che accade coll' elettricità, quando mettesi un conduttore in vicinanza di un corpo elettrizzato. Dopo ciò una calamita può considerarsi qual pila voltaica nello stato di tensione, da cui parte continuamente la materia magnetica, come nella pila la materia elettrica; in modo che il magnetismo po-

sitivo, ovvero + Nord, si accumola in uno de' suoi poli, ed il magnetismo *negativo*, — Sud, nell'altro polo.

182. Allorchè un pezzo di ferro è toccato da una calamita, diventa esso stesso calamita, e resta tale, cioè diviso in magnetismo positivo e magnitismo negativo, per tutto il tempo che rimane aderente alla calamita. Se poi si allontana, il suo magnetismo positivo e quello negativo si neutralizzano reciprocamente, ed esso perde le proprietà magnetiche sviluppatesi con la calamita: quante volte però il pezzo di ferro potesse mettersi in uno stato tale che il suo magnetismo positivo e quello negativo restino separati, esso conserverà le proprietà della calamita in un modo permanente come questa.

Declinazione dell' ago magnetico.

183. Quando si mette una barra di ferro calamitato su di un corpo leggiero nell'acqua, o meglio sospeso all'estremità di un filo di seta, oppure si mantenga in una posizione orizzontale su di un perno acuto nel quale può liberamente muoversi, essa non si rivolgerà indifferentemente in tutt' i punti dello spazio, ma prenderà una direzione determinata, la quale inclina più o meno verso il Nord o il Sud, a seconda del luogo in cui si fa lo sperimento. Così in certi luoghi della terra, l'estremità nord della barra calamitata si allontana dal meridiano all'*ovest*, in altri all'*est*, ed in altri coincide col meridiano. Questa variazione di direzione è appunto ciò che dicesi *declinazione dell' ago magnetico*, la quale è costante in ciascun luogo; e se mettonsi nelle stesse circostanze più barre magnetizzate, esse prenderanno direzioni esattamente uguali, che varieranno solo qualche poco col tempo.

Inclinazione dell' ago magnetico.

184. Se in vece di barra di ferro calamitata se ne adoperi una non calamitata, tenendola anche sospesa all'estremità di un filo di seta come quello che esce da' bozzoli, in modo che prenda e conservi una direzione orizzontale, allorchè sarà calamitata non conserverà più la stessa posizione, nè si metterà più orizzontalmente; ma si vedrà piegare verso il nord o verso il sud, secondo che si farà lo sperimento nell' emisfero settentrionale o

nell' emisfero meridionale; e dopo varie oscillazioni si vedrà arrestarsi, formando con la verticale un angolo determinato. Questa obliquità della barra calamitata, per rapporto all'orizzonte, dicesi *inclinazione magnetica*, la quale sarà più o meno grande secondo i luoghi in cui si fa lo sperimento. Così in una zona soltanto che è sotto l' equatore, l' ago magnetizzato conserva la posizione orizzontale, e al Sud di questa zona si vede l'estremità dell' ago che tiene il magnetismo boreale, inclinare verso la superficie terrestre; ciò che indica esservi due specie di forze, australe una, e boreale l' altra, dirette dall'uno o dall'altra parte dell'equatore.

185. Si dà a quella linea verso cui l' ago si dirigge, il nome di *meridiano magnetico*, il quale non suole essere costante in ciascun luogo, perchè in generale si scosta per poco dal meridiano astronomico.

186. Quella proprietà che ha una calamita di voltarsi verso il nord ed il sud, come lo abbiamo osservato negli esempi precedenti, ha fatto considerare lo stesso globo come una calamita, in cui il magnetismo negativo si accumola in un punto qualunque vicino il polo nord, ossia boreale, mentre che il magnetismo positivo si riunisce dalla parte del polo sud, ossia australe. Quindi si suppone che il magnetismo negativo della terra attirando il magnetismo positivo della calamita, questa deve girare il suo polo positivo verso il nord; ed al contrario, il suo polo negativo sarà rivolto verso il sud.

Fra i tanti apparecchi ideati per dimostrare l'influenza che esercita la terra sulle correnti voltaiche vi è quello immaginato dal Pr. della Riva, che come più semplice ed ingegnoso merita di essere descritto. Esso porta il nome di *galleggiante*, e consiste in un tondo di sughero *a b* (*fig.* 49) pel quale passano a traverso due lamine sottili, una di rame *c d f* ripiegata, e l'altra di zinco *g h*: alle loro estremità sporgenti fuori del sughero si saldano quelle di un filo sottile di rame ricoperto di seta, il quale fa diversi giri da formare il circolo A del diametro di due a tre pollici.

Questo piccolo apparecchio che rappresenta un semplice elemento voltaico, allorchè si mette a galleggiare

nell'acqua acidula dopo avere oscillato per qualche tempo si vede restare in una posizione stabile, come fa l'ago d'una bussola; e simile a questo, presenta il feuomeno di attrazione e ripulsione allorchè vi si presenta una sbarra magnetica.

187. Siccome le proprietà di una calamita resultano dal che i due magnetismi positivo e negativo si accumulano alle sue due estremità, così si rende duopo che nel mezzo di una barra di ferro magnetizzata debba esservi un punto in cui trovandosi in contatto i due fluidi magnetici contrarii, la forza magnetica sia neutralizzata. Questo punto chiamasi da' fisici *punto* di *culminazione* o *equatore magnetico*.

Maniera di comunicare il magnetismo.

188. Si credè per lungo tempo che il ferro e l'acciaro erano le sole sostanze suscettive di essere magnetizzate, ma si è dopo scoverto che il nikel, ed il cobalto godono le stesse proprietà: fra questi metalli però, l'acciajo è quello che può conservare le proprietà magnetiche in un modo più permanente (1).

---

(1) La magnetizzazione di questi metalli può avvenire anche indipendentemente dall'azione diretta del fluido magnetico di una calamita. Gassendi scoprì il primo, che le estremità della croce del campanile di Saint-Jean d'Aix, nella Provenza, e quella della croce del campanile della Certosa, erano magnetizzate; ciò fece dedurne che le barre di ferro acuminate tenute per lungo tempo nell'atmosfera, acquistano le proprietà magnetiche. Dopo si è conosciuto che questi effetti son prodotti anche dalla pressione, dall'urto, dal ritorcimento, e da altri mezzi meccanici, e soprattutto dalle scariche elettriche, le quali sviluppano istantaneamente queste proprietà. È avvenuto sovente che una scarica poderosa di elettricità atmosferica, o la caduta di un fulmine su di un vascello, ha invertito i poli nell'ago della bussola. Così pure appianando con un martello un filo di ferro di due o tre linee di diametro, o piegandolo e ritorcendolo sino a che si spezzi, si vedrà che esso può attirare le piccole particelle di ferro. Lo stesso si ottiene percuotendo solamento una verga di ferro duro di due o tre piedi di lunghezza, tenendola verticalmente e dandole leggieri colpi di martello su la sua estremità superiore; e se si rovesci, e percuotesi similmente su l'altro estremo, il magnetismo acquistato verrà appoco appoco distrutto, e la verga possederà il magnetismo contrario, in modo tale che i suoi poli si troveranno invertiti. Gli strumenti adoperati da' ferrari, le forbici, i coltelli, gli aghi ec. sono

189. I processi di magnetizzazione i più comuni si riducono a due, uno per mezzo del *semplice toccamento*, e l'altro col *doppio toccamento*, che appartiene ad Æpinus, e che differisce dal primo per la disposizione, e pel movimento delle barre che si vogliono calamitare.

Basterà mettere in contatto con una calamita sia naturale o artifiziale un pezzo di ferro o di acciaio per aversi il *semplice toccamento*. Con questo mezzo però non si otterranno mai barre di acciaio calamitate a quella saturazione si richiede; nè vi si riuscirà collo strofinio costantemente diretto in un senso, quantunque si fosse più energico del semplice contatto; dappoichè il polo australe agendo sempre per ripulsione sul magnetismo australe della barra, distruggerà col suo movimento una parte dell' effetto prodotto, di modo che il magnetismo australe che erasi accumulato in una delle estremità della barra dietro l' azione del polo della calamita, si troverà discacciato nella parte opposta allorchè la calamita trovasi nella estremità della barra. Così supponghiamo che il polo della calamita che trovasi in contatto colla barra sia l'australe, esso attirerà il magnetismo boreale e respingerà l'australe, perchè polo simile. Quindi per aversi effetti più pronti ed energici si è dovuto ricorrere all' azione di due calamite, cioè al *doppio toccamento*. Esso consiste nel disporre la barra che si vuol magnetizzare in una posizione orizzontale, e quindi stropicciarvi sopra coi poli contrarii di due calamite, facendo in modo che alternativamente ciascuna calamita si porti dal mezzo alla estremità; e dopo un certo numero di frizioni, allorchè le calamite trovansi nel mezzo innalzarle perpendicolarmente. Le stesse calamite possono in tal modo rendere successivamente magnetiche molte barre senza perder nulla della loro virtù primitiva; il che prova che esse sviluppano soltanto il magnetismo che nelle barre trovavasi dissimulato, senza trasmettere cosa alcuna (1).

quasi sempre magnetizzati per gli urti e per la pressione a cui van soggetti. Lo stesso effetto ottenni passando rapidamente una lima sopra una lamina di un temperino ordinario, che trovavasi ossidata; essa era già fortemente magnetizzata dopo pochi minuti.

(1) Vi sono molti altri metodi onde magnetizzare più o meno ener-

Vi è altro mezzo di magnetizzazione, che siccome è relativo alle dottrine elettro-magnetiche stimiamo utile il rapportarlo. Esso si ha per mezzo della così detta *pila a cilindro* (1), nel modo che segue. Si prende un pezzo di acciaio a forma di ferro di cavallo, e vi si avvolge strettamente a spira un filo di rame vestito di seta, lasciandone liberi i due estremi: questi fatti comunicare uno col polo zinco e l'altro col polo rame della pila, si terrà il pezzo di acciaio così montato, perpendicolarmente sospeso per via d'un sostegno. La pila essendo già ripiena del liquido eccitatore ordinario, non appena si sarà stabilita la corrente elettrica, che il piccolo apparecchio in sospensione acquisterà forza magnetica tale da non solamente attirare la limatura, ma sostenere benanche pezzi di ferro di qualche peso rilevante (2). L'effetto sarà permanente per tutt' il tempo che la corrente si mantiene, mentre tolta la comunicazione d'uno degli estremi del filo di rame colla pila, il ferro si vedrà subito cadere, restando l'apparecchio di acciaio debolmente magnetizzato.

190. I raggi violetti della luce hanno anche la proprietà

---

gicamente le barre di acciaio, come quelli di Æpinus, Michelli, Coulomb, di Knight, Duhamel e Canton, che per brevità tralasciamo di esporre.

Allorchè si debbono magnetizzare barre molto spesse si preferisce il doppio al semplice toccamento; ma trattandosi di aghi di bussola o di lame destinate a ricerche di precisione, tal metodo è da rifiutarsi per due inconvenienti che ne sorgerebbero; il primo cioè che i poli risultano sempre d'una forza ineguale, ed il secondo che si hanno de' punti conseguenti, particolarmente se le lame saranno d'una notabile grandezza.

(1) La pila a cilindro consiste in tre cavità concentriche, costituite da tre tubi di differenti diametro. Il primo di questi o *esterno*, che è il più grande e che serve anche da recipiente pel liquido eccitatore, è formato di rame; il secondo o *medio* è di zinco, ed il terzo o *interno* è parimenti di rame. Questi due ultimi, perchè movibili vengono fissati nell' interno del primo, quello di rame per mezzo di altro tubo corto a bella posta ivi saldato, e l'altro di zinco si fa poggiare sopra tre pezzi di sughero, onde rimanga isolato. I poli corrispondenti sono messi, uno sul tubo di zinco o medio, e l'altro su quello di rame esterno.

(2) Anni sono praticando nelle mie lezioni fisico-chimiche simili sperimenti con una piccola pila a cilindro, ottenni il pezzo di acciaio sì fortemente magnetizzato che potè sostenere un ferro di circa 4. libbre.

di comunicare o sviluppare il magnetismo nelle barre e soprattutto negli aghi di acciaio, come fu osservato la prima volta da Morichini, e confermato da altri miei più recenti sperimenti (V. i §§. 96 e 97. art. luce.)

Dell' Elettro-magnetismo, e de' fenomeni elettro-dinamici.

191. Da lungo tempo l'elettricità venne considerata come la cagione primitiva de' fenomeni chimici, e dopo si cercò sempre spiegare ogni chimica azione come dipendente dalla forza elettrica che doveva in ogni circostanza avervi parte. Molti di questi fatti furono considerati come ipotetici, dappoichè non era stato altrimenti possibile raccogliere l'elettricità che si sviluppa nel momento delle combinazioni dei corpi elettro-chimici, che in pochi casi solamente. Ma i nuovi mezzi che ci somministra l'elettro-magnetismo, che costituisce una nuova serie d'importantissimi fenomeni, detti da' fisici *elettro-dinamici*, ed i multiplici nuovi apparecchi inventati per dimostrarli, ci permettono ora, se non di spiegare esattamente il gioco delle forze elettriche nelle chimiche combinazioni, almeno di provare che esse realmente si sviluppano, e che per conseguenza debbono agire.

192. I primi sperimenti fatti onde rendere sensibili le azioni elettriche nelle combinazioni, sembrano dovuti ad Avogrado. Questi provò per mezzo di un apparecchio chiamato *moltiplicatore*, che i metalli immersi nell'acido nitrico sviluppanno tanta elettricità che si rende sensibile a questo strumento, e che il senso della corrente che si stabilisce, dipende dal grado di concentrazione dell'acido e dalla durata dell'azione.

193. L'influenza intanto dell'elettricità su gli aghi magnetizzati conosciuta da Wilke; l'azione della pila su gli stessi aghi magnetizzati ravvisata da Mojon e Romagnesi, indussero nel 1819 OErsted, celebre fisico Danese dell'Accademia di Compenhague, ad intraprendere una serie di sperimenti su l'azione delle correnti voltaiche negli aghi magnetizzati, i quali vennero poco dopo esaminati in Francia ed in altri luoghi da Ampere, Arago,

Seebeck, Davy, Prechtl, Schweigger, e da altri fisici distinti che han contribuito a confirmare, ad estendere e ad arricchire le scoperte del Fisico Danese (1).

194. Ecco in che consiste la scoperta di OErsted, la cui conoscenza ha apportati de' grandi rischiarimenti su le teorie della fisica e della chimica.

Allorchè si riuniscono i due poli di una pila mediante un filo metallico, e che la circolazione dell' elettricità è bene stabilita, si ha un conduttore non interrotto, o ciò che si chiama una *corrente elettrica.* In questo caso l' elettricità positiva che si manifesta nella pila isolata in una delle sue estremità ove trovasi lo zinco, ritorna pel filo metallico conduttore all' estremità della pila ove è il rame, ed in tal modo le due elettricità si riuniscono e si neutralizzano. Lo stesso effetto si produce in senso contrario su l' elettricità negativa, che percorre lo stesso camino pel filo conduttore, onde portarsi dall'estremità rame all' estremità zinco; e queste due correnti si stabiliscono ogni volta che si fanno comunicare le due estremità di una pila; la corrente negativa dall' estremità rame all' estremità zinco, e la positiva da questa all' altra estremità. L' espressione di *corrente elettrica* allora indicherà la direzione in cui si muovono le due elettricità, e questa stessa espressione sarà applicata alla elettricità positiva, ricordandosi che l' elettricità negativa si muove sempre in senso contrario. Finalmente, tutte le volte che si stabiliscono in tal modo le due correnti, la pila non presenta più alcuna tensione da essere avvertita dall' elettrometro, ma si fanifestano altri fenomeni di maggiore importanza, finora non osservati, e che sono appunto quelli che formano la nuova dottrina sui fenomeni elettro-dinamici, che va dovuta ad OErsted.

Supponendo dunque una pila così armata, allorchè un

(1) I germi delle scoperte intorno all' azione chimica dell'elettricità furono posti in Italia (*V. Ann. di chimica di Pavia, t. XVIII, e XX, 1800, et. XXII. 1805.*); e le ricerche di Mauri, Pacchiani, Bellani, e Brugnatelli P., spinsero Davy alla scoperta de' metalli degli alcali e delle terre; come quelle di Avogrado, Majon e Romagnesi indussero OErsted a progredire nelle scoperte dell' *elettro-magnetismo.*

ago magnatizzato si avvicina in una parte qualunque del conduttore, esso si vedrà rimuovere dalla sua primitiva direzione: questo effetto va dovuto appuuto alla corrente elettrica che passa pel filo conduttore, e che determina la deviazione dell'ago, poichè se essa viene interrotta, l'ago riprende subito la sua prima posizione.

Dopo ciò l'ago magnetico in una bussola può indicare non solo la presenza di una corrente elettrica in un conduttore ed in una pila, ma benanche la direzione e la sua energia; effetto che non ha potuto ottenersi altrimenti, dappoichè l'elettrometro ordinario non sa altro indicare che l'esistenza e l'intensità della tensione elettrica, quando però i poli sono separati; perchè se il circuito è *chiuso*, al dire del fisico Danese, questo strumento non viene in menoma parte rimosso.

Dopo che questi ed altri sperimenti di OErsted furono conosciuti in Francia, Ampere analizzandoli mostrò che essi riducevansi tutti a due fatti generali:

Primo fatto — *Azione direttrice*.

195. Allorchè una pila allo stato di tensione si metta orizzontalmente presso a poco nella direzione del meridiano magnetico, e si disponga nello stesso senso una porzione del filo conduttore; se un ago calamitato vien posto sopra o sotto alla corrente di una porzione di questo conduttore, si vedrà muovere, e deviare dalla sua direzione primitiva; il che prova che l'elettricità della corrente agisce a distanza sui corpi magnetizzati, e che non ha luogo allo stato di riposo, o quando questi due fluidi si trovano simulati. Per formarsi intanto un idea della direzione delle forze produttrici nella deviazione dell'ago magnetico, s'immagini trovarsi la persona nella direzione della corrente in modo che questa vadi da' piedi alla testa, ed avendo la faccia rivolta verso l'ago, si vedrà che il polo australe è sempre portato a sinistra mercè l'azione della corrente elettrica. E dappoichè non vi ha dubbio che questa corrente esiste nel filo conduttore della pila, che forma un circuito chiuso, potrà conoscersi per mezzo dello stesso ago magnetico, che essa si produce dall'estremità negativa all'estremità positiva, ossia nel senso inverso di quello del conduttore.

L'azione della corrente elettrica tendendo sempre a mettere l' ago in una direzione perpendicolare alla sua propria, ciò viene impedito dall'azione del globo, e l' ago si ferma in una posizione obliqua al filo conduttore. Ampere ha distrutta l' azione del globo, fissando l'ago calamitato perpendicolarmente ad un asse, al quale si dà la direzione dell' ago d'inclinazione; allora esso fa un angolo dritto col filo conduttore.

Secondo fatto — *Azione ripulsiva o attrattiva.*

196. Quante volte un filo conduttore ed una calamita si dispongono in modo che l' asse di questa formi angolo dritto con la direzione di quello, essi si attireranno scambievolmente se il polo ustrale si trova a sinistra della corrente, ossia che la posizione è quella stessa che il filo conduttore e la calamita tendono a prendere in virtù della loro azione reciproca. Ampere ha però osservato, che onde siffatta attrazione abbia luogo, si richiede che la dritta la quale misura la più corta distanza fra il filo e l' asse della calamita, incontri quest'ultimo in mezzo i poli: osservazione che spiega perchè l' azione attrattiva diviene nulla dirimpetto al polo, e si cambia in ripulsione quando la dritta sudetta incontra l' asse al di là del polo, cioè quando il polo conduttore e la calamita sono mantenuti in una posizione opposta a quella cui essi tendono; facendo in modo che la linea che misura la più corta distanza cada in mezzo a' due poli, giacchè cadendo fuori di questi, vi ha attrazione. In tutti questi casi l' azione fra il filo conduttore e la calamita è sempre reciproca, e può ciò provarsi ogni volta che si avvicina una calamita ad un conduttore mobile.

197. Arago presentò all'Accademia Reale delle scienze di Parigi, poco dopo che la scoperta di OErsted fu conosciuta, molti altri risultamenti importanti. Egli osservò che il filo conduttore di una pila di Volta, messo in contatto, o avvicinato di molto alla limatura di ferro, se ne caricava come lo fa una calamita, e che quindi la lasciava subito cadere ogni volta che la comunicazione veniva interrotta. Un tal fenomeno non si potè attribuire ad una semplice azione dell'elettricità ordinaria, dappoichè lo sperimento non riusciva affatto con altra limatura di un me-

tallo che non fosse magnetico. Egli conobbe inoltre, che il filo conduttore comunicava al ferro un magnetismo fugace, ed all'acciajo un magnetismo permanente; che la calamitazione era determinata in una direzione perpendicolare alla direzione della corrente elettrica; e che due fili di acciajo paralleli, formando un angolo dritto col filo conduttore, e posti ad eguali distanze da una parte all'altra del detto filo, acquistava uno stesso grado di magnetismo.

Attrazione e ripulsione delle correnti elettriche.

198. Appena questi fatti furono conosciuti, Ampere si affrettò a mostrare, che due correnti elettriche quando son dirette parallelamente nello stesso senso si attirano, e si respingono quando le loro direzioni parallele sono opposte, qualunque si fosse l'angolo de' due fili, acuto oppure ottuso; in maniera che vi ha sempre attrazione allorchè le correnti de' due fili si allontanano ambedue, e ripulsione quando una si avvicina e l'altra si allontana: che se i due fili conduttori sono paralleli fra loro, essi formano un angolo infinitamente piccolo, la cui sommità è ad una grande distanza; e che se le due correnti sono nello stesso senso, vi è attrazione, allontanandosi o avvicinandosi dalla sommità infinita dell'angolo suddetto, e ripulsione quando esse caminano in senso contrario, ciò che conferma lo sperimento. Ma onde dare a questa legge un applicazione generale, è duopo tener presente, che laddove i due fili conduttori non sono nello stesso piano, dovrà considerarsi come la sommità dell'angolo la linea che misura la più corta distanza de' due fili.

199. Dietro questi primi fatti furono inventati molti strumenti per conoscere la serie de' fenomeni elettro-magnetici. Fra questi il *moltiplicatore elettrico* (*fig.* 50) immaginato da Schweigger e Poggendorff, è il più atto a manifestare all'ago calamitato le quantità più essili di elettricità che si sviluppano mediante il contatto; ciò che permette ora di scovrire e misurare; o almeno di paragonare, gli effetti elettrici che prima non si era potuto indicarli o scovrire con altri mezzi. La sua costruzione è semplicissima: esso consiste in un filo di rame o di ottone coverto esattamente da un filo di seta per impedire che le elettricità che vi passano at-

traverso non si comunichino lateralmente, e si avvolge sulla mano per 50 sino a 200 giri, o anche dippiù, lasciando libere le due estremità H J, e fermando con la stessa seta tutti i giri, dandoli un figura ovale come la più opportuna. Ora se nel mezzo dello strumento così formato pongasi in F un ago calamitato molto mobile situato sopra un sostegno adattato, e che dopo si mettano le sue estremità in contatto co' due poli di una debbole pila, o co' due metalli di un solo elemento, l'ago si volterà sull'istante, in modo che dopo qualche oscillazione forma un angolo dritto coll'ovale, il cui asse magnetico supera l'influenza del magnetismo terrestre. Ciò avviene per le elettricità che si sviluppano col contatto de' due metalli dissimili, le quali per quanto fossero tenue, dovranno percorrere ciascun giro del moltiplicatore per compire il circuito elettrico. Allora ciascun giro aggiunge la sua polarità a quella dell'altro, in maniera tale che l'azione del moltiplicatore supposto di 100 giri, sarà quadrupla, cioè 400 volte più grande di quella della pila. La sua sensibilità è tale, che unendo una lamina di rame ad una altra di zinco, lunghe appena mezzo pollice, mediante un pezzetto di carta sugante umettata con la lingua, e mettendole in contatto co' due estremi del moltiplicatore che abbia 60 a 100 giri solamente, si otterranno dei movimento nell'ago; e se il moltiplicatore è posto parallelamente al meridiano magnetico (§. 185), nell'istante in cui il circuito è chiuso si vedrà muovere l'ago calamitato per più gradi verso l'oriente o l'occidente. Dietro simili fatti chiaro si scorge, che il moltiplicatore fra tutti gli altri strumenti finora conosciuti è quello che più facilmente si presta a scovrire l'elettricità eccitata col contatto.

200. Anche l'elettricità sviluppata con lo strofinio può conoscersi per mezzo di questo strumento; ma allora è duopo che il filo metallico sia più spesso, i giri bene isolati, ed al numero di 200 a 500. Un ago calamitato sospeso nel moltiplicatore, avendo questo una delle sue estremità comunicanti col suolo e l'altra diretta nell'atmosfera, farà conoscere tanto l'elettricità che passa da una macchina elettrica che quella dell'atmosfera.

De' fenomeni termo-elettrici.

201. Seebeck, avvalendosi del moltiplicatore, pervenne ben per tempo alla scoverta di una nuova serie di fenomeni, che egli chiamò *termo-elettrici*. Il fatto principale su cui poggia la scoperta del fisico di Berlino è il seguente: in una barra di bismuto o di antimonio di 8 a 9 pollici di lunghezza, ed 8 a 9 linee di spessezza, si avvolge per quattro a cinque volte la estremità di un forte filo di ottone, piegando il resto in maniera che il tutto formi un rettangolo o altra figura, e che tre parti almeno del circuito sieno formate dal filo di ottone, e la quarta dalla barra di bismuto o di antimonio. Se così disposte le cose si riscaldi una delle estremità della barra nel lato ove non vi è il filo di ottone, il rettangolo intiero diverrà magnetico, e metterà in movimento l'ago calamitato, che si sarà posto sotto di esso in una direzione da formar quasi un angolo dritto con quello del metallo. In vece di filo di ottone, possono saldarsi a' due punti della barra di antimonio o di bismuto, le estremità di una lamina di ottone o pure di rame; ed essendo il circuito de' due metalli così formato, se si espongono le due saldature ad una uguale temperatura, alcun fenomeno elettrico non si manifesterà; ma se a vece una sola di queste saldature viene riscaldata, o che si raffreddi, all'istante una corrente continua percorrerà il circuito metallico, e sarà capace di mettere in movimento un ago magnetizzato, che si tiene a poca distanza dal circuito indicato: l'effetto durerà fino a che la temperatura sarà sostenuta.

202. Quantunque due metalli di differente natura potessero produrre gli stessi fenomeni, pure ve ne sono alcuni che li manifestano in un modo quasi insensibile. In questo caso si ricorre al moltiplicatore onde accrescere l'energia degli effetti, saldando le estremità de' due metalli a quelle di questo strumento. Così p. e. immaginiamo che il filo del moltiplicatore sia di rame, e che questo metallo voglia saggiarsi coll' argento, coll' oro, col ferro ec. allora si prendono due piccole lamine di uno di questi metalli, e si saldano alle due estremità del filo di rame del moltiplicatore: dopo ciò basterà cambiare la temperatura in una di queste saldature per prodursi dei

soliti movimenti nell'ago magnetico; e spesso è sufficiente anche il solo calore della mano per avere simili effetti.

203. Può adoperarsi anche in altro modo il moltiplicatore per esaminare i fenomeni termo-elettrici di altri metalli: Si prenda p. e. zinco ed antimonio, e si saldi una lamina di zinco ad ambe le estremità del filo di rame del moltiplicatore; dopo facendo in modo che le due saldature fossero esattamente alla stessa temperatura, i fenomeni saranno gli stessi, cioè come se tutto il filo del moltiplicatore fosse di zinco. E se intanto fra queste due lamine di zinco si salda la barra di antimonio si avranno i fenomeni termo-eletrici, che vengono accumulati per mezzo del moltiplicatore.

Dietro questi fatti si scorge, che dallo stato magnetico di un conduttore che scarica elettricismo si possono avere de' mezzi onde apprezzare le correnti elettriche in quei casi in cui prima nulla avrebbesi potuto conoscere. Così dietro la scoverta di Seebeck ora è noto che, quando due metalli si toccano per le estremità l'una dall'altra lontane, una delle quali sia stata riscaldata, sviluppasi sull'istante una corrente elettrica che li rende magnetici, e li procura la stessa specie di polarità di quella che essi acquistano durante la scarica di una coppia elettrica. OErsted onde distinguere questi nuovi fenomeni da quelli ch'eran già conosciuti, propose le denominazioni a' primi di fenomeni *termo-elettrici*, e di *idro-elettrici* a' secondi.

204. Negli sperimenti termo-elettrici i metalli si dispongono gli uni dopo gli altri secondo i rapporti elettrici, mentre in quegli idro-elettrici sembrano esser regolati nel loro modo di agire da quelle proprietà chimiche di cui son dotati. La spiegazione che Seebeck dà ad una siffatta differenza non sembra molto soddisfacente; è più probabile l'ammettere con Berzelius, che nella serie degli sperimenti termo-elettrici la differenza fra la facilità con la quale il calorico si comunica da'due estremi, partendo dal punto riscaldato, sia la principal cagione de' fenomeni elettro-magnetici. In fatti, due metalli dissimili dovendo agire per la loro facoltà conduttrice differente in un modo diverso, ne resulta che ciascun metallo do-

vrà produrre delle differenze speciali nella direzione della corrente elettrica.

Nella serie termo-elettrica disponendo i metalli secondo la diversa direzione che essi fan prendere all'ago magnetizzato, si vedrà lo bismuto e l'antimonio formare i due ultimi termini; ossia che lo bismuto, con tutt'i metalli cui si unisce per formare una catena termo-elettrica, rivolta il polo boreale di un ago calamitato situato, sotto di esso, verso l'occidente, mentre che l'antimonio nelle medesime circostanze lo dirigge verso l'oriente. Ecco l'ordine de' metalli più ordinarii nella serie termo-elettrica (1).

Bismuto.	Piombo	Argento
Mercurio, Nikel.	(Ottone)	Zinco
Platino.	Rodio	(Grafite)
Palladio	Oro	Ferro
Cobalto, Manganese	Rame	Arsenico
Stagno.	Iridio, osmio	Antimonio

205. Bequerel, quantunque fosse persuaso che uno stesso metallo non può col contatto costituirsi in due stati elettrici contrarî, malgrado che le temperature fossero varie, pure gli riuscì osservare dopo molti sperimenti, che anche in questo caso sviluppasi tanta elettricità da potersi conoscere per mezzo del moltiplicatore. E quindi ne dedusse, che si potrebbe formar una pila anche con un solo metallo, il quale però dovrebbe trovarsi ne' vari punti differentemente riscaldato (2).

(1) Ciascun metallo di questa serie in unione di quei che lo precedono, fa prendere al polo boreale di un ago calamitato situato sotto di esso, nello stato termo-elettrico, la declinazione occidentale, e la orientale allorchè si mette in rapporto con quelli che lo seguono. (Berzélius, *Traité de chim. traduit par A. J. 4. Jourdan, 1829 t. I. p. 194*).

(2) Watkins, fabbricante d'istrumenti di fisica a Londra, oltre di questo principio, anche col solo intermezzo dell'aria pervenne, mediante un solo metallo e senza far uso di liqnido, a costruire nna pila di una tensione considerevole. Essa è composta di 60 ad 80 lamine di zinco di quattro pollici circa di superficie, le quali son levigate e lucide da una faccia solamente, e situate parallelamente in una scatola di legno a piccolissima distanza le une dalle altre (1 o 2 millim.).

206. Tutt'i fenomeni elettro-magnetici, OErsted li spiega per un movimento di rotazione delle due elettricità in senso contrario; che l'elettricità positiva girando a dritta, respinge il polo boreale dell'ago magnetico, e la negativa voltando a sinistra ripelle il polo australe dello stesso ago. Questa ipotesi, abbenchè sembrasse difficile a comprendersi, per le elettricità che divengono più energiche a misura che si allontana il camino, pure essa è la sola con cui si potesse meglio spiegare non solo le direzioni secondo le quali agisce la polarità elettro-magnetica, ma ancora i movimenti che ne resultano; osservazione che sfuggì allo stesso OErsted allorchè fece conoscere questa sua teoria.

207. OErsted dietro questi ed altri dati pervenne ai seguenti resultamenti generali (1).

1. Che quando le due estremità del filo metallico del moltiplicatore s'immergono in una soluzione acida o alcalina, capace di attaccarle, si produce una corrente elettrica, che agendo sull'ago, manifesta dover percorrere tutt'i giri del filo nel moltiplicatore.

2. Che la direzione della corrente non è affatto costante, mentre l'elettricità positiva si manifesta come se partisse ora da una estremità del filo del moltiplicatore, ed ora dall'altra; e che il deviamento della corrente accade più volte nello stesso sperimento.

3. Che dopo ciò si rende indispensabile fissare la di-

Le facce levigate son tutte rivolte dallo stesso lato, e le due ultime lamine terminano ciascuna con un conduttore. Facendo comunicare una estremità della pila col suolo e l'altra coll'elettroscopio, questo si scaricherà subito dell'una o dell'altra delle due elettricità, secondo la specie del polo con cui si trova a contatto. L'umidità dell'aria favorisce l'azione della pila; e questa può considerarsi come una specie di pila secca in cui la carta è surrogata dallo strato di aria, e le superficie dello zinco fan l'uffizio di due metalli diversi. Sembra dunque che lo svolgimento dell'elettrico dipenda dall'azione ossidante dell'aria maggiore su la superficie levigata, e che lo strato sottilissimo di aria il quale separa le lamine le une dalle altre, e forse anche le pareti della cassetta di legno, permettano a' principii elettrici di accumularsi seperatamente ai due poli dell'apparecchio, come accade nella pila ordinaria (*Ann. de Chim. et de Phys. par Gay-Lussac et Arago; Agosto 1828*).

(1) Ann. de Chim. et de Phys. t. XXII, pag. 358.

rezione della corrente, onde impedire che ritorni nel senso contrario. A questo si può riuscire in due modi, cioè nel mantenere una delle estremità del filo del moltiplicatore in una temperatura più alta che non sia l'altra; e nel tenere una delle dette estremità in riposo, e l'altra nello stato di movimento continuo. Questo secondo mezzo è talmente efficace, che basterà arrestare il filo che trovasi in movimento, ed agitare un poco quello che è in riposo, perchè la corrente si rivolti all' istante.

207. La serie di siffatti sperimenti del fisico Danese venne dopo non poco accresciuta da Bequerel. Questi variando ingegnosamente la disposizione degli apparecchi giunse ad altri non meno importanti resultamenti. (1)

Unendo un acido ad un alcali, si stabilisce una corrente elettrica che sarà permanente sino a che la combinazione non avrà avuto luogo: l'acido somministra l' elettricità positiva, e l' alcali la elettricità negativa; e quando l' acido nitrico contenente pochissimo acido idro-clorico (muriatico) si fa agire sull' oro, l' acido manifesta similmente l' elettricità positiva, e l'oro l' elettricità negativa. Se poi si mette l'acido nitrico concentrato sul rame, quello manifesta l' elettricità negativa e questo l' elettricità positiva. Tali effetti saranno inversi, se l' acido è allungato della metà del suo peso di acqua; quindi è che lo stato di concentrazione dell' acido su i metalli influisce molto nello sviluppo dell' elettricità positiva o negativa. Se poi questo stesso acido contenesse una certa quantità di nitrato, tenderà all' elettricità positiva, come se fosse concentrato, il che può probabilmente dipendere dal perchè la sua conducibilità diviene più grande. Lo stesso acido più concentrato unito ad un altro meno concentrato può anche determinare gli effetti elettrici; allora il primo sviluppa l'elettricità negativa ed il secondo la positiva: l' inversa poi ha luogo nell' azione di una soluzione alcalina. Così quando in una soluzione di ferro fatta nell' acido nitrico e filtrata, vi s'immergono due lamine di platino comunicanti ciascuna con le estremità del filo del moltipli-

(1) Ann. de Chim. et de Phys. t. XXVI.

catore, allorchè se ne toglie una dal liquido si produce una corrente elettrica, e tuffatavi di nuovo si sviluppa sempre la elettricità positiva. Ora da questi ed altri simili sperimenti si deduce, che il moltiplicatore di Schweigger ci offre non solo il mezzo per conoscere la tendenza elettrica de' diversi corpi, ma ci mette ancora nello stato di distinguere i più positivi da' più negativi, onde così poterne facilmente stabilire la serie galvanica; badando però di non confondere l' elettricità sviluppata col contatto dei metalli con quella che si sprigiona dall' azione chimica del conduttore umido.

208. Da queste interessanti scoperte non solo la fisica e la chimica ne han ritratto grandi vantaggi, ma sembra che la fisiologia ancora se ne abbia giovato, dietro la guida del moltiplicatore, per la spiegazione de' fenomeni delle contrazioni muscolari. Prevost e Dumas fisiologi distinti, conoscendo che le soluzioni acide ed alcaline producono le correnti elettriche allorchè vengono in contatto de' metalli o altri conduttori inorganici (§. 206.), vollero osservare mercè il moltiplicatore, se nella loro azione su le sostanze organiche animali, e soprattutto nelle contrazioni muscolari, si sviluppasse quantità sensibile di elettricità, come avviene ne' casi descritti. In fatti, giunsero a provare che quei mezzi di cui Haller coi suoi discepoli si serviva per eccitare le contrazioni, cioè coll' azione degli acidi e degli alcali caustici, sono quegli stessi atti a sviluppare l' elettricità in queste sostanze; ciò che rende probabile che tali contrazioni avvengono per effetto dell' elettricità così sprigionata. Anche la semplice pressione o la puntura in un nervo può eccitare delle contrazioni; ma non si saprebbe ancora rendere ragione di quelle contrazioni che si manifestano sotto l'impero della volontà, ciò che per altro non sarebbe molto difficile indagare dietro tutti questi dati.

Nuovi sperimenti relativi al magneto-elettrico.

209. Dopo un semplice annunzio di avere il Faraday ottenuto delle scentille dalla calamita, Nobili escogitò nuovi apparati e nuovi sperimenti onde mettere in chiara mostra questo importante fenomeno della scintilla. Il Faraday fece dopo conoscere con tutt' i particolari le sue esperienze e le conseguenze che ne risultarono, e lasciò

al Nobili la gloria di averle parte indovinate, migliorate e rimenate ai principii generali.

Lo sperimento della scintilla condotto al suo vero stato di semplicità dai Fisici francesi, si riduce al seguente: Si prenda un pezzo di ferro della forma di ferro di cavallo, come ABC (*fig.* 94ª), e ne sieno le estremità AB coperte a spira con de'fili di rame vestiti di seta, e disposto come lo indica la figura, lasciando due capi liberi in modo da potersi avvicinare o allontanare a volontà. DEF è una forte calamita composta di più barre di ferro ad oggetto di ottenere un grande effetto. A misura che questo si avvicina o si distacca dal ferro di cavallo ABC nelle corrispondenti estremità AB, DF si vedranno tosto delle scintille in *g h*.

Ma nel nuovo apparecchio del Nobili il fenomeno della scintilla è portato al più alto grado di perfezionamento. Quello quì rimesso a Fazzini consiste in due grandi calamite orizzontali, nel cui mezzo trovasi una specie di doppia ancora di ferro, la quale col mezzo di un *eccentrico*, e di due ruote d'ingranaggio batte a guisa di martello sollecitamente i quattro estremi delle due calamite. A piccola distanza trovasi il filo di rame coverto di seta avvolto in gran numero di giri, e nell'alto dell'ancora vi sono due lamine di acciajo disposte in forma di croce, per le quali poi la scintilla si mostra ogni volta che si percuotono le calamite. Con lo stesso apparecchio si scompone rapidamente l'acqua, e si hanno come nelle pile elettriche delle scosse anche molto forti.

La scoperta del Faraday ha menato non poco rumore presso i Fisici Italiani e Francesi. Ma la scintilla prodotta con tal mezzo è elettrica o magnetica? L'apparecchio col quale è stata riprodotta è *magnetico* isolatamente, o *elettro-magnetico?* In fine se una pila energica (§. 188) può sviluppare il fluido magnetico simulato nel ferro, potrebbe una forte calamita svolgere il fluido elettrico, come nell'esempio precedente, dal filo di rame A B? Questo nuovo genere di ricerche poggia ancora sopra ipotesi, e perchè potesse esentarsi da ogni qualunque objezione dimanda ulteriori e più decisive sperienze.

DE'

FLUIDI ELASTICI O AERIFORMI

CAPITOLO III.

NOZIONI GENERALI

210. Quantunque la chimica fin da' primi tempi del suo nascere si fosse giornalmente arricchita di nuovi fatti, pure la scoverta de' fluidi elastici par che abbia segnata la vera origine del suo progredimento. Di fatti prima che di tali fluidi si avesse conoscenza tutte le deduzioni, particolarmente quelle che risguardavano le analisi, in cui essi avean parte, dovevano essere erronee, perchè verun conto si tenea del loro svolgimento, e quindi neanche della diminuzione di peso ne' prodotti che si aveano. Fu Van-Elmont che nel 1660 avvanzò pel primo delle conghietture su la esistenza di questi fluidi; e quindi J. Rey rilevò la fissazione d' un aria nella calcinazione dei metalli. Le ricerche però di Mayow sull'aria impiegata alle respirazione ed alla combustione; gli sperimenti di Hales sopra alcuni fluidi elastici che si sviluppano nelle distillazioni, estesi dopo da Venel, fecero ben presto prendere altro aspetto a queste conoscenze. E nel mentre che Blak confirmava ed estendeva colla scoverta della così detta *aria fissa* quanto erasi detto fino a' suoi tempi, altri ne formavano delle più felici ed utili applicazioni. Brownrigg trova che l' acqua minerale di Pyrmont racchiude un fluido aeriforme perfettamente identico all'aria fissa del Blak, e lo stesso rinviene Venel in molte altre acque minerali. Così adunque estendendosi successivamente le conoscenze su tali fluidi, si pervenne al loro più alto gra-

do di perfezionamento; e dessi furono la sorgente delle più brillanti scoperte in chimica, e somministrarono alla fisica un altro ramo di vedute non meno utili di quelle che formavano il suo corredo. Così poco dopo, nel 1776, Cavendisch pubblicò in Londra una serie d' importanti sperimenti, coi quali perfezionando quei di Blak estese e migliorò ad un tempo le conoscenze su i fluidi elastici; le sue scoperte attirarono in breve un gran numero di seguaci che non poco contribuirono agli ulteriori progressi della scienza.

Egli era però riserbato al genio di Priestley riformare e rendere in una maniera più esatta i tanti svariati sperimenti de' suoi predecessori. Questo illustre fisico di quei tempi vi aggiunse ancora degli altri apparecchi più appropriati onde raccogliere i gas, travasarli e conservarli; apparecchi che in seguito han ricevuto pochissimi cambiamenti, dappoichè si son trovati della più grande utilità ed esattezza. Nello stesso tempo Rouvelle, Bergaman, Bewly, Chaulnes, Rayen e Meyer proseguirono con ardore le medesime ricerche; e Berthollet nel 1776 ne pubblicò molte sul cambiamento dell' acido tartaroso in aria fissa simile a quella di Blak. Finalmente Schèele, Fontana e Volta contribuirono molto a rischiarare, confimare ed ingrandire la serie delle scoverte su i gas.

Divisione de' fluidi elastici.

211. I fluidi elasticici vanno anche sotto il nome di *gas* (1), e si dividono in *gas permanenti*, ed in *gas non permanenti* o vapori. I primi godono di tutte le qualità fisiche dell' aria atmosferica; come di esser gravi, elastici, invisibili, e di resistere a qualunque abbassamento di tem-

(1) La parola *gas* sembra essere stata impiegata la prima volta da Van-Helmont sotto il nome di *Blas*. Egli ne distingueva cinque specie. *Nescivit inquam scola galenica hactenus differentiam inter gas (quod mere aer est, idest ventus per syderum blas commotus), gas pingue; gas siccum, quod sublimatum dicitur; gas filiginosum, sive endimicum, et gas sylvestre, sive incoercibile, quod in corpus cogi non potest visibile.* Van-Helmont, *de Flatibus* §. 4. Maquer poi fu il primo ad introdurre la parola *gas*.

peratura: i secondi, cioè i non permanenti hanno ancora alcune proprietà de' primi, ma ogni picciola sottrazione di calorico, è sufficiente farli perdere lo stato aeriforme e quindi ritornare liquidi come erano prima. Può pruovarsi il cambiamento ne' fluidi elastici non permanenti, mettendo in un tubo alto dell'acqua riscaldata a + 34° di Reaum. e quindi farvi passare un poco di etere, per mezzo di un tubo ricurvo che si dirigge sotto l'orifico dell'altro rovesciato e pieno dell'acqua calda. Appena che l'etere viene in contatto dell'acqua riscaldata, come più leggiero, nel portarsi nella sua superficie sarà ridotto in vapori, e questi discacciatane l'acqua, resteranno nel tubo invisibili come l'aria atmosferica. Ma subito che si comincerà a sottrarre calorico dall'etere, l'acqua ascenderà nell' interno del tubo, e la sua capacità ne sarà ripiena come prima (V. §. 222).

Apparecchi per raccogliere i gas.

212. L'apparecchio per raccogliere le sostanze gassose, conosciuto sotto il nome di *apparato pneumatico-chimico*, fu immaginato da Priestley. Esso consiste in una vasca di legno (*fig.* 72) foderata nella sua cavità da lamine di piombo, che poi si dipingono con olio di lino e biacca. Ad uno de' suoi lati vi è adattata la tavoletta F, nella quale vi sono praticati alcuni fori XX, che nella parte superiore sono poco rilevati e nella inferiore terminano ad imbuti troncati *m m*: tutto l'apparecchio poggia sopra quattro sostegni anche di legno. Volendosi farne uso, la sua cavità si riempie di acqua, e per raccogliere le sostanze gassose che vi passano attraverso, si adoperano recipienti opportuni, che si chiamano *campane*, e *vesciche* fornite di corrispondenti robinetti. Nella stessa vasca si vede poggiata sulla tavoletta la campana B con la vescica G, che vi è unita per mezzo de' robinetti CC. Si riempie la campana di acqua, con aprire prima il robinetto, e quindi immergerla perpendicolarmente nel fondo della vasca; e dopo averne chiuso il robinetto, si rialza in modo che il suo orlo non esca fuori dell'acqua, e si mette sulla tavoletta, ove trovasi uno de' fori, affinchè possa liberamente passarvi il gas, che si fa sviluppare dalle materie contenute nella storta E. Il gas passa pel tubo ricurvo D, posto in

direzione perpendicolare sotto l'imbuto X, e siccome è più leggiero dell'acqua si riunerà nella parte superiore della campana B, cacciandone l'acqua in essa contenuto.

Il gas essendosi così raccolto nella campana e volendolo adoperare per diversi sperimenti, si fa passare nella vescica G nel modo che segue. Al robinetto della campana perfettamente piena della sostanza gassosa, si adatti quello della vescica già vôtata di aria, lasciandolo così aperto; si allontani la campana dalla tavoletta, e dopo essersi aperto anche il suo robinetto s'immerga nella cavità della vasca; il gas spinto dalla pressione di questo fluido passerà nella vescica, restando la campana piena nuovamente di acqua. Allora si chiudano i due robinetti; si passi l'apparecchio un'altra volta sopra la tavoletta, ed in fine si ripeta lo stesso meccanismo finchè la vescica si sarà piena della sostanza gassosa.

Per gli sperimenti di ricerca, si usano delle piccole campane o de'tubi di vetro semplici e ricurvi, come quelli della *fig.* 73., i quali debbono essere graduati in decimetri o centimetri di pollici cubici. Facilissimo è il modo di empiere questi tubi di acqua, dappoichè basta il solo immergerli nella vasca, e quindi rialzarli per aversi ripieni: per lo dippiù si procede come si è detto per la campana. Ad essi siccome mancano i robinetti, volendoli trasportare da un luogo in un altro, si adatta nel loro orificio un pezzo di cristallo di figura sferica smerigliato, che si chiama *turatore*.

213. Siccome molti gas sono facilmente assorbiti dall'acqua, l'apparecchio descritto si renderebbe disadatto; si adopera perciò *l'apparecchio a mercurio*, il quale consiste in un pezzo di marmo o di legno (*fig.* 74) in cui vi sono praticate due scanalature, la prima più grande xxxx, e l'altra strettissima *m m m m*, che dev'essere alquanto profonda. Questi due spazi vengono ripieni di mercurio, e la prima scanalatura può servire anche di base alle piccole campane, essendo idonea l'altra per farvi passare il tubo ricurvo o il collo di una piccola storta sotto il loro orificio.

Simile apparecchio è indispensabile per un chimico, ed è necessario che sia di una grandezza la cui cavità

possa contenere almeno 100 libre di mercurio; per gli sperimenti poi di ricerca non è necessario che sia tanto grande. Dovendosi empiere di mercurio una campana e questa non potendo entrare nella cavità dell'apparecchio si terrà alzata sul mercurio, aspirando l'aria dal robbinetto, che deve essere di acciajo.

Alla vescica è necessario adattarvi un tubo ricurvo di metallo, quante volte il gas in essa contenuto si volesse passare in altro recipiente. La *fig. 75.* rappresenta la vescica A col suo tubo C, che si chiama *porta-gas*, il quale è avvitato al robinetto B. Volendo dunque riporre il gas in altro vaso, si apre il robinetto, e si preme con la mano la vescica.

214. Ma per gli sperimenti in grande invece di questi apparecchi si adopera sovente il *gassometro*; inventato da Laplace e Lavoisier. La figura di questo apparecchio è varia in diverse opere di chimica: quella che descriviamo sembra essere di una più facile costruzione. Si abbia un recipiente grande di ottone o di latta verniciata A (*fig. 76*), nel cui fondo vi sia adattato il tubo CC, che comunica con gli altri due tubi terminati da' robinetti DD. A questo recipiente vi è sovrapposta la campana B, la quale finisce nella parte superiore con un asta metallica graduata in pollici cubici F, che passa per l'anello G: le due corde KK, passano per le carrucole HH, alle cui estremità vi sono due piatti di bilancia che servono per innalzare ed abbassare la campana suddetta.

Questo apparecchio si adopera nel modo seguente: si riempie il recipiente di acqua, e dopo esservisi posta la campana, si apre uno de'robinetti D, e con la mano si preme su la sua superficie, cioè della campana, finchè non siasi ripiena del fluido contenuto nel recipiente e si chiude il robinetto. Volendo dopo far passare la sostanza gassosa, si adatta un tubo elastico mediante una madrevite ad uno de' robinetti; il gas passando pel tubo CC, si raccoglierà nella detta campana. Ai due piatti vi si aggiungono de' pesi di piombo a misura che il gas entra nella campana, e con ciò potrà anche conoscersi la quantità di gas ottenuto, osservando l'asta graduata della campana fin dove giunge nell'anello.

Così raccolto il gas, volendolo adoperare per gli usi, si adatti un secondo tubo elastico fornito similmente di madrevite per unirlo all' altro robinetto D, e quindi passando sopra la campana que' pesi che erano nelle coppe della bilancia, colla semplice pressione di loro il gas verrà spinto fuori del tubo.

Gassometro a mercurio.

215. Questo apparecchio immaginato da Pepys ed atto a raccogliere gran quantità di gas adoperando piccolo peso di mercurio; è formato da un recipiente di cristallo o di lamina di ferro, da una campana rovesciata sul piano ove è fissato il recipiente, e da un altra campana anche di cristallo, la quale entra nella cavità interna fra le pareti del recipiente e quelle della campana rovesciata. La *fig.* 77. mostra tutto l'apparecchio. A rappresenta il recipiente, B la campana rovesciata, e C l'altra campana. Nel fondo del recipiente vedesi un tubo di ferro aperto il quale esce per la parte superiore della campana rovesciata in X, ove resta fortamente attaccato col mastice, e finisce in E con un robinetto anche di ferro.

Volendosi adoperare, si apre il robinetto E, e si riempie di mercurio la cavità del recipiente fino ad *n n*, in modo che il tubo di cristallo aperto in X resti fuori la superficie del mercurio. S'introduce la campana C nell' interno del recipiente, e si comprime leggiermente onde sorta l' aria pel robinetto E. Quando la campana non conterrà più aria, si chiude il robinetto, e per mezzo di una vite vi si adatta il solito tubo elastico onde passare il gas sotto la campana. Il tubo può applicarsi ancora sul vaso, o pure ad una delle estremità di una canna di porcellana, nella quale si mette il cloruro di calcio (muriato di calce fuso) ad oggetto di privare il gas del vapore acquoso che potrebbe trasportare, ed all' altra estremità si adatta un tubo di vetro piegato ad angolo retto. Quest' ultimo serve pel trasporto de' gas, fissandolo per mezzo di un sughero su di un matraccio, o su la tubolatura di un recipiente da cui essi si sviluppano.

Questo apparecchio deve esser guernito tutto di ferro,

dappoichè gli altri metalli sarebbero per la maggior parte attaccati dal mercurio: la campana verrà sostenuta da una corda che passa su le due carrucole *m m* fissata sull'asta di ferro F, onde possa alzarsi ed abbassarsi a piacere; e la coppa di bilancia G serve per quegli stessi usi che si è detto pel gassometro ad acqua.

Il gassometro di Pepys, ha somministrato il mezzo di applicar questo apparecchio in grande per contenere il gas per le illuminazioni. Il primo cilindro non è che una cavità circolare formata su di un piano, larga circa 2 piedi, e profonda quanto occorre per l'altezza della campana. Nella cavità si contiene l'acqua, e sì pel modo di introdurvi il gas, che per cacciarnelo, si procede alla stessa maniera che nell'apparecchio di Pepys.

Natura de' gas.

216. I gas in meccanica sono considerati come altrettanti fluidi per la proprietà che hanno, di cedere cioè alla più leggiera impressione, e di moversi liberamente; essi però ne posseggono un altra tutta propria che è l'*elasticità*. Così un gas dentro di un tubo sottoposto alla leggiera compressione, o abbassamento di temperatura può esser ridotto alla metà del suo volume; e può similmente esser dilatato dal calorico togliendolo appena dalla pressione atmosferica. Un liquido al contrario, anche sotto una forte compressione non cambia sensibilmente di volume. (V. acqua).

Varie ipotesi sono state emanate dai fisici su l'elasticità de' gas. Quella che oggi sembra più probabile si è, che la forza di ripulsione fra le molecole o atomi di un gas, sia dovuta alla presenza del calorico combinato, come quello che forma una base della loro essenza. Altri fisici fanno derivare l'elasticità de'gas dall'acqua che essi contengono, supponendo che questo liquido ne formi tutta la materia ponderabile, essendo l'altra imponderabile ed analoga al fluido elettrico, magnetico cc. Queste opinioni quantunque ipotetiche, sono molto ingegnose.

De Sausurre osservò, che un vaso pieno di aria atmosferica rimasto capovolto nella superficie dell'acqua essendo alla temperatura di 14° centigradi, l'aria ne assorbiva circa 0,014. Gli stessi risultamenti dettero presso a poco gli sperimenti di Dalton; e quelli di Clement e Desormes

o, 009 millesimi soltanto; sperimenti per altro facili ad eseguirsi, consistendo essi nel far passare la stessa quantità di aria atmosferica sul cloruro di calcio (muriato di calce fuso) (1).

Lo stesso De Sausurre provò, che oltre l'aria atmosferica anche tutti gli altri gas possono assorbire l'acqua in queste circostanze; e che la quantità di liquido assorbito dipende non dalla densità ma dal loro volume. Clement e Desormes dai loro sperimenti han poi dedotto, che un decimetro cubico di tutt' i gas, lasciato in contatto dell'acqua sotto la stessa temperatura e pressione atmosferica, può mescolarsi o combinarsi con un peso eguale di questo liquido; e che ad una bassa temperatura, l'ossorbimento dell'acqua è minore, e così di seguito.

Dilatazione, o espansione de' gas.

217. La conoscenza della dilatazione de' gas riesce sovente molto utile nelle ricerche chimiche. I processi eseguiti quasi contemporaneamente da Dalton (2) e Gay-Lussac (3), ed i resultamenti ottenuti poco differiscono fra loro. Lo sperimento si fa in un tubo graduato e chiuso da un estremo nel modo seguente: essendo il tubo perfettamente asciutto, e ripieno di mercurio, vi s'introduce tanta quantità di quel gas che si vuole esaminare, fino a che occupi presso a poco la metà della sua graduazione; quindi col suo orificio rovesciato in un piccolo vaso che contenga il mercurio, si porta in una stufa, di cui la temperatura sia conosciuta, e che possa innalzarsi a piacere: stando così l'apparecchio si noterà l'abbassamento del mercurio nel tubo, prodotto dalla dilatazione del gas. Ora se questo sperimento si fa con due tubi similmente graduati, e dello stesso diametro ed altezza, introducendo in uno l'aria atmosferica, ed in un altro un gas qualunque in volumi eguali, la temperatura della stufa essendo egualmente innalzata, si vedrà la dilatazione dell' aria e quella dell' altro gas essere costantemente uniforme.

Dalton dietro tali fatti stabilì, che tutt' i corpi gas-

(1) Ann. de chim. XLII, 125.
(2) Manchester, Mem. V. 593.
(3) Ann. de chim. XLIII, 137.

sosi sottoposti ad una stessa temperatura, alle stesse circostanze, e privi del vapore acquoso si dilatano egualbilmente. Dopo ciò sarà sufficiente conoscere la dilatazione di uno di questi gas per determinare quella degli altri. Così da' suoi sperimenti risulta, che l'aria per ciascun grado centigrado si dilata 0, 00372, e secondo quei di Gay-Lussac 0,00375.

In chimica e particolarmente nell'analisi delle acque minerali, è indispensabile fare sul volume de' gas ottenuti le correzioni che dipendono dal cambiamento di temperatura, onde portarli tutti a quella dell'acqua da cui si sono estratti. Così stabilito che tutt'i gas si dilatano per ciascun grado del termometro centig. di 0,00375, ecco come bisogna allora operare;

1.° *Esempio -- Portare a 45.° un volume di 35.*^{lit} *, 55 d'aria presa a zero.* Un volume qualunque si dilata di 0,00375 per ciascun grado: 35.^{lit}, 55; da 0.° a 45.° si dilateranno di 0,00375 × 45 × 35, 55; da cui risulta 5^{lit}, 999 per la totale dilatazione, che aggiunta al volume 35^{lit}, 55, dà 41^{lit}, 549 pel volume dilatato a 45 gradi.

2.° *Esempio -- Riportare a zero un volume di gas di 153*^{lit}*, 27, preso a 36°, 5.* Siccome il coefficiente di dilatazione 0,00375 è relativo al volume a zero, non puossi portare che a quest'ultimo volume. Supponghiamo il volume conosciuto rappresentato da *V*: da zero a 36°, 5, sarà aumentato di *V* × 0,00375 × 36, 5, e sarà divenuto *V* × 1,137; ma esso è uguale a 153,27. Bisogna dunque dividere 153,27 per 1,137, onde aversi il volume a zero; facendo l'operazione si avrà 134^{lit}, 815.

3.° *Esempio -- Riportare a 36°, 25 il volume 83*^{lit}*, 547 preso a 11.°, 23.* Si cerca da principio il volume a zero, operando come si fece pel secondo esempio; si troverà che è duopo dividere 83,547 per 1 + 0,00375 × 11,23, o per 1,042, ciò che dà 80^{lit}. 179. Bisogna in seguito per portare quest' ultimo volume a 36° 25, fare la stessa operazione del primo esempio, cioè moltiplicarlo per 1 + 0,00375 × 36,25, o per 1,136; e così si troverà 91^{lit}, 083 (1).

(1) Ciò premesso, se *V* è il volume del gas ad una temperatura

Siccome l'aria umida prova la stessa dilatazione di quella secca, e lo stesso fanno i vapori d'etere solforico, si tiene per probabile che tutt'i vapori si dilatano come i gas permanenti (1).

Peso specifico de' gas.

218 Nel peso specifico de' gas l'aria atmosferica è stata presa per unità, per cui si rappresenta = 1, 000. Così p. e. il peso di un decimetro cubico di aria alla temperatura di 16°, 55 centigradi, e sotto la pressione barometrica di 76 centimetri di mercurio, essendo 1, 205, quella del gas ossigeno sarà 1, 339 ec.

Siccome il peso specifico de' gas dipende dalla loro temperatura, e dalla pressione atmosferica, è necessario tener conto esatto di tali cagioni allorchè si vuol determinare. Ciò si ottiene facilmente, adoperando un globo di cristallo, che per mezzo di un robinetto di ottone si avvita sul piatto di una buona macchina pneumatica, nella quale fatto il vôto vi s'introduce il gas che si vuol pesare. Essendosi pesato il globo di cristallo prima vôto e poi pieno di gas, il prodotto della sottrazione del primo peso pel secondo, farà conoscere la quantità di gas contenuto nel globo di cristallo. Il gas prima d'introdursi nel globo vôto di aria, si farà passare per un tubo di cristallo che contiene il cloruro di calcio (muriato di calce fuso), onde privarlo del vapore acquoso che può contenere, e dopo si raccoglie sotto di una campana, avente il robinetto, sull'apparecchio a mercurio. In tal modo introdottavi una quantità del gas, si avvita il globo privo di aria al suo robinetto, e si opera in modo che aprendo quello della campana, e quindi poco per volto quello del globo di cristallo, il gas passi in quest'ultimo; e ciò si fa fino a che non avvenga più assorbimento nella campana. L'intiero apparecchio vien rappresentato dalla *fig.* 78. La storta A racchiude le

t, che bisogna portarlo ad un altra temperatura t', si vede dagli esempi citati che da principio si ha il volume a zero dividendo V per $1 + 0,00375\,t$. Moltiplicando il prodotto per $1 + 0,00375$, si ha $V \dfrac{(1 + 0,00375\,t')}{(1 + 0,00375\,t)}$ per volume richiesto alla temperatura t'.

(1) Dalton, New System of chimical Philosophy. I. 36,

sostanze da cui sviluppasi il gas, ed il tubo B il cloruro di calcio, a cui è adattato l'altro tubo ricurvo C che serve per trasportare il gas sotto la campana D, posto sul tino a mercurio E: a questa è avvitato pel suo robinetto il globo di cristallo F, già privato di aria per mezzo della macchina pneumatica. Il globo essendo pieno di gas, si attenderà almeno 10 a 12 minuti onde la sua temperatura interna possa equilibrarsi colla esterna dell'atmosfera; il che si può facilmente conoscere avvicinando il termometro al globo suddetto. Quindi, dopo di aver egualmente notata col barometro la pressione atmosferica, si chiude il robinetto, ed il globo tolto dalla campana si pesa di nuovo, onde dal suo aumento dedurne il peso specifico ricercato: per alcuni gas l'operazione può farsi anche nell'apparecchio ad acqua. Raccolto adunque il gas si passa in una vescica mediante un tubo di porcellana o di cristallo in cui si contengono de' pezzetti di cloruro di calcio, si aggiunge alla stessa il tubo di cristallo piegato ad angoli retti, che mediante un sughero si fissa sul robinetto del globo di cristallo già privato di aria, e così passandovi il gas sarà di nuovo pesato come sopra. La *fig.* 79 rappresenta quest'altro apparecchio.

Affinchè questi sperimenti riescano colla massima esattezza è necessario che il gas raccolto nella campana sia puro per quanto più si puole (1); che l'introduzione nel globo si faccia poco per volta, e finalmente che i robinetti dell'apparecchio siano fortemente avvitati gli uni su gli altri.

Per quei gas che si sciolgono nell'acqua ed attaccano il mercurio si adopera un tubo tanto lungo che arrivi a toccare il fondo del recipiente, dappoichè essendo tali gas più pesanti dell'aria questa ne sarà tutta discacciata; quindi dopo essersi fatto uscire anche un poco del gas si chiude il recipiente e si pesa come negli altri spirimenti.

Così ottenuto il peso di un volume di un gas col metodo esposto, perchè il vario loro riscaldamento darebbe sotto lo stesso volume pesi differenti, essendo questo più forte ad una bassa temperatura, che ad un grado di

(1) V. estrazione del gas ossigeno (§. 246).

calore più elevato, supponghiamo che il peso trovato del gas sia alla temp. di 15°, 5 ed alla pressione di 0,^{m} 75; ovvero per rendere il calcolo più corto, rappresentiamo 15°, 5 per t e 0,^{m} 75 per h, allora dopo la legge delle proporzionalità de' pesi alle pressioni, si avrà

$$P : X :: h : 0,^m 76 \text{, donde } X = \frac{p \times 0,^m 76}{h}$$

Il peso corretto della pressione è X: per avere similmente quello della temperatura, si ricordi che un volume d'un gas a zero essendo 1, diviene $1 + a\,t$ alla temperatura t (essendo a eguale a 0,00375). In conseguenza il peso del gas alla temperatura t, dev'essere a zero al peso come $1 : 1 + a\,t$. Da ciò ne segue che bisogna moltiplicare il peso trovato per $1 + a\,t$, così $\times (1 + a\,t)$ è il peso a zero, ed a 0,^{m} 76 di pressione.

Non resterà altro a fare che correggere la variazione del volume del gas prodotto dal cambiamento di temperatura del vase che lo racchiude. L'innalzamento della temperatura del vase nel dilatarlo ne aumenta la sua capacità nel rapporto di 1 a $1 + k\,t$, e k è il coeffeciente della dilatazione del vetro per un grado. Dunque il peso corretto della temperatura e della pressione sarà $\frac{P \times 0,76 \times (1 + a\,t)}{h\,(1 + k\,t)}$. Spesso siccome la variazione di temperatura è debole, ed il vetro poco dilatabile, così si trascura la dilatazione del globo di vetro. In questo modo si sono ottenute le densità de' gas solubili ed insolubili.

Calorico specifico de' gas.

219. Malgrado i progressi delle scienze fisico-chimiche, i mezzi sinora proposti per determinare il calorico specifico de' gas, han dato resultamenti che poco si accordano fra loro.

Delaroche e Berard su di questo particolare han pubblicato un lavoro molto esteso ed importante. Questi due fisici determinarono il peso specifico de' gas, facendo passare a traverso il serpentino d'un calorimetro ad acqua una corrente regolare di quel gas sottoposto allo speri-

mento, e ciò fino a che la temperatura dell' acqua non fu divenuta stazionaria. Il gas però prima di farsi passare pel serpentino debb' essere costantemente mantenuto ad un grado di calore elevato. Ora essendo dimostrato che la quantità di calorico che ciascun corpo nell'aria perde ad ogni istante è proporziale all'eccesso della sua temperatura su quella dell' ambiente, e che ogni corrente di gas elevando in ragion della sua natura il grado di calorico da quel punto ov' era stazionario, ne segue che l' eccesso della temperatura stazionaria del calorimetro su quella dell' aria ambiente, a partire da questo punto, sarà proporzionale alle quantità di calorico, che la corrente del gas attraversando il calorimetro ha abbandonato. Con questo mezzo adunque i due fisici suddetti giunsero a determinare il calorico specifico di tutt' i gas. A malgrado però le loro cure si vede che i risultamenti ottenuti sono l' espressione di un fenomeno composto, dappoichè si misura nello stesso tempo sì il calorico sviluppato per la condensazione che quello lasciato dal gas col raffreddamento. Quindi onde potersi avere de' risultati semplici converrebbe separatamente osservare i due effetti, e che i gas si privassero affatto del vapore acquoso prima d' intraprendere lo sperimento. Gli stessi fisici paragonando il calorico specifico de' gas a quello dell' acqua, ottennero:

Acqua	1, 0000	Idrogeno	3, 2936
Aria atmosferica	0, 2669	Protossido di azoto	0, 2369
Ossigeno	0, 2361	Gas olio-facente	0, 4207
Azoto	0, 2734	Ossido di carbonio	0, 2884
Acido carbonico	0, 2210	Vapore acquoso	0, 8470

W. T. Hayeraff, avendo operato su i gas disseccati, ne dedusse, che tanto i semplici che i composti, sotto lo stesso volume e ad una eguale pressione hanno eguale capacità. Dulong e Petit, dopo di avere esaminati gli sperimenti di Delaroche e Berard, ammisero la stessa legge, ma pei gas semplici solamente.

Calorico specifico de' vapori.

220. Il calorico specifico de' vapori non è meno importante di quello de' gas. Il metodo di Gay-Lussac cou-

siste nel vaporizzare un peso conosciuto di un liquido sotto di una campana sul mercurio ad una data temperatura e pressione atmosferica, misurando dopo il volume del vapore che si forma. In tal modo operando si ottiene, alla temperatura dell'acqua bollente, ed alla pressione di 76 millimetri,

da 1 gram. di acqua,	1 litro, 700	di vapore;
da 1 gram. di alcool,	0 litro, 661	
da 1 gram. di etere,	0 litro, 411	

Dopo ciò Gay-Lussac prendendo il peso specifico dell'aria per unità, ne dedusse, che il peso specifico del vapore di acqua è di 0, 6235, quello del vapore dell'alcool di 1, 613, e quello del vapore dell'etere solforico di 2, 586 (1).

Compressibilità de' gas.

221. I gas son tutti suscettivi di condensarsi allorchè chiusi in apparecchi appropriati, vengono sottoposti ad una pressione più o meno grande, occupando dopo un volume che sarà proporzionato alla pressione sotto cui sono stati esposti. È per questa qualità che si dicono *compressibili.*

I primi sperimenti fatti su la compressibilità de'gas li dobbiamo a Mariotte e Boyle. Essi avendo provato che il volume de' gas diminuisce in ragione de' pesi comprimenti, il primo stabilì la legge, che il volume che occupano i gas è nella ragione inversa della pressione a cui sono sottoposti. Ciò si dimostra facilmente coll'apparecchio, conosciuto sotto il nome di *tubo di Mariotte*, il quale consiste in un tubo di vetro ricurvo, come si vede nella *fig. 91*, chiuso nella parte più corta *c*, ed aperto in *d*, e che può fissarsi sopra una tavoletta onde meglio mantenerlo in una posizione verticale. Lo sperimento si fa nel modo seguente: dopo essersi introdotto il gas nella parte chiusa del tubo col metodo già esposto, vi si mette un poco di mercurio onde il gas venga rinser-

(1) *Ann. de chim. et de Phys. t. II. p. 135.*

rato nella parte più corta, e che occupi p. e. lo spazio da *a* fino a *c*. Quindi a poco a poco vi si aggiunge una misura di mercurio, e si nota fin dove il gas viene rinserrato, proseguendo così per ciascuna misura, fino a che tutta la lunghezza del tubo da *c* fino a *b* ne sia ripiena di mercurio. Ora avverrà, che versando la prima misura di mercurio, il volume del gas diminuirà p. e. della metà, nella seconda di un quarto, nella terza di due terzi, e nella quarta di quattro quinti; fatto che prova evidentemente l'esistenza della legge di Mariotte, che cioè una stessa massa di gas occupa de' *volumi* che sono *in ragione inversa delle pressioni* a cui vien sottoposta (1).

Liquefazione de' gas.

222. La legge di Mariotte coincide col fatto fino ad un certo punto; da-o fino a 10 atmosfere, cioè fino a che il volume del gas sarà ad $\frac{1}{10}$ del suo primo volume; ma dopo gli sperimenti fatti in Inghilterra, deve necessariamente ammettersi che il volume calcolato è al di sopra di quello osservato nelle grandi pressioni. I gas che si credevano seguire la legge di Mariotte, sottoposti a pressioni più elevate, furono dal Faraday ridotti allo stato liquido; i quali così *liquefatti* sono perfettamente fluidi scolorati, meno che l'ossido di cloro, che conserva ancora il suo colore; molto volatili, godono di una grande elasticità, e detonano tutti con violenza allorchè sono istantaneamente riscaldati.

I principali gas che sono stati sinora liquefatti sono i seguenti:

---

(1) Si ricorre sovente a questa legge onde rimenare un dato volume di aria ad una pressione costante. Così per esempio, se 150 parti di aria sono alla pressione $0,^{m}74$, si domanda sapere il volume alla pressione media $0,^{m}76$. Si farà allora la proporzione:
$150 : x :: 0,76 : 0,74$

$$\text{ove } x = \frac{150 \times 0,74}{0,76.} = 146 \text{ parti.}$$

	densità	Si muta in liquido
Acido solforoso liq.	1, 70.	a — 7.° sotto 2 atmosfere(1).
Cloro		a + 13 sotto 4 atmosfere.
Idrogeno solforato	0, 9.	a + 10 sotto 17 atmosfere,
Acido carbonico		a — 0 sotto 36 atmosfere.
Protossido di azoto		a + 7° sotto 50 atmosfere.
Cianogeno	0, 9.	a + 7° sotto 3,7 atmosfere.
Acido idroclorico		a + 10 sotto 40 atmosfere.
Gas ammoniaco	7, 6.	a + 10 sotto 6, 5 atmosfere.

223. Dopo che la scoperta importante della liquefazione dei gas fu annunziata a Parigi nella società filomatica, Dèspretz fece conoscere che lui già da sei anni avea liquefatto il protossido di cloro, facendolo passare attraverso un tubo di vetro circondato da un miscuglio frigorifico; che questo liquido aveva colore verdastro, e che esposto ad un calore leggiero detonava anche fortemente, come aveva osservato dopo Faraday. Boussy pervenne in seguito con questo processo a liquefare molti altri gas, ed applicò vantaggiosamente questi liquidi per la produzione del freddo il più forte. Bastò p. e. mettere sotto la campana di una macchina pneumatica la sfera di un termometro bagnata di gas acido solforoso liquefatto, perchè appena fatto il vôto si fosse congelato il mercurio.

Dietro tali fatti Brunel e Perkins proposero l'uso dei gas così condensati come agenti meccanici, e fu quest'ultimo che diede pel primo il modello di una macchina animata dal gas carbonico alternativamente liquefatto e gassificato; ma fino al presente sembra che non siasi applicato nelle grandi operazioni.

Ora stando a queste nuove conoscenze, la distinzione finora fatta de' fluidi elastici in due classi, non potrebbe più sostenersi; ma siccome vi sono ancora molti gas, soprattutto l'aria atmosferica, il gas azoto, l'idrogeno,

(1) L' espressione 30, ovvero 40 atmosfere, indica che al volume del gas introdotto in un recipiente se ne aggiungono 30, ovvero 40 altri volumi eguali.

ec. che non si sono in alcun modo liquefatti, potrebbe forse provarsi che se ciò ha luogo nel protossido di cloro, nel gas acido carbonico ec. dipenda dal vapore acquoso da essi non interamente separato. La distinzione intanto dei fluidi elastici in *fluidi permanenti* e *non permanenti*, può essere ammessa, ma a certi limiti solamente.

Trattando dell' acqua, esporremo la grande tensione della forza elastica del suo vapore, tanto oggi utilmente applicata nelle così dette *macchine a vapore*, e quanto risguarda la *incomprensibilità* de' liquidi, ciò che li distingue, sotto questo rapporto, da' corpi solidi e da' gas, i quali sono *compressibili.*



CORPI SEMPLICI PONDERABILI.

CAPITOLO IV.

SECONDA DIVISIONE DE' CORPI SEMPLICI

De' corpi semplici ponderabili.

224. Dietro le conoscenze acquistate nel trattato dell'elettricismo, e particolarmente su l'influenza che questo imponderabile esercita nelle chimiche azioni, altra classificazione non si dovrebbe adottare nella divisione de' corpi se non se quella ricavata dalle loro proprietà elettrochimiche, distinguerli cioè solo in corpi *elettro-positivi*, ed *elettro-negativi*. Ma per quanto tale classificazione sembrasse la più sistematica, pure non si saprebbe esattamente stabilirla; dappoichè se voglia eccettuarsi l'ossigeno, che può considerarsi il solo corpo *unipolare permanente*, che si porta cioè costantemente al polo positivo, come che *elettro-negativo o vitro-polare*, gli altri corpi, le cui qualità elettriche non sembrano ancora esattamente stabilite, sono è vero tutti *elettro positivi-permanenti* ma solo rimpetto all'ossigeno, perchè tra loro sono ora elettro-negativi ed ora elettro positivi, secondochè in uno de'loro poli questa elettricità è più o meno intensa.

La divisione prima ammessa, considerando l'ossigeno, il cloro, il ioido ed il fluore come corpi *comburenti o*

abbrucianti, detti ancora *sostegni di combustione*, chiamando tutti gli altri *combustibili*, non sembra più esatta che la precedente, potendo gli stessi combustibili divenire anch'essi sostegni di combustione. Dietro lo stato attuale delle conoscenze chimiche sembra che il miglior carattere che potesse servir di base ad una più metodica classificazione de' corpi semplici, sia una delle loro qualità più esclusive, o che meglio li caratterizzano, cioè il carattere *basico* ed *acido* che acquistano quando si combinano fra loro. Così servendosi solo delle qualità elettrochimiche, per dividerli in *elettro-negativi unipolari*, ed in *elettro positivi permanenti*, perchè fra i primi vi si comprende ora solo l'ossigeno, non si saprebbe facilitar lo studio degli ultimi senza suddividerli dietro le qualità che abbiam chiamate acide e basiche per aversi una classificazione più esatta, almeno per lo stato attuale delle teorie elettro-chimiche, la quale nel mentre che ci permette fissare una volta i caratteri esclusivi che si appartengono *ai metalli*, e quelli de'*metalloidi o non metallici*, somministra il mezzo più facile per riunirli in gruppi onde fissarne le qualità generali che possono meglio caratterizzarli.

Nella divisione adottata da Berzelius, avendo questi disposta la serie de' corpi dietro il di loro stato elettrochimico in modo che l' uno di essi è positivo riguardo a quei che lo precedono, e negativo in rapporto a quei che lo seguono, si potrebbero farne molte altre suddivisioni, le quali conterrebbero individui le cui qualità generali poi non si saprebbero facilmente riunire. Ecco come essi sono disposti.

1.° METALLOIDI (*ovvero corpi semplici che non sono metalli; tutti elettro-negativi.*)

1 Ossigeno	4 Solfo	7 Bromo	10 Carbonio
2 Idrogeno	5 Fosforo	8 Iodio	11 Boro
3 Azoto	6 Cloro	9 Fluore	12 Silicio

2.° METALLI ELETTRO-NEGATIVI.

13 Selenio	16 Moliddeno	19 Tellurio
14 Arsenico	17 Tungsteno	20 Titano
15 Cromo	18 Antimonio	21 Tantalio

3.° METALLI ELETTRO POSITIVI.

22 Oro	30 Rame	38 Cobalto	46 Magnesio
23 Platino	31 Uranio	39 Ferro	47 Calcio
24 Iridio	32 Bismuto	40 Manganese	48 Strontio
25 Osmio	33 Stagno	41 Cerio	49 Bario
26 Palladio	34 Piombo	42 Zirconio	50 Litio
27 Rodio	35 Cadmio	43 Ittrio	51 Sodio
28 Argento	36 Zinco	44 Glucinio	52 Potassio
29 Mercurio	37 Nikel	45 Alluminio	53 Vanadio.

225. Premesse queste considerazioni, divideremo primamente, tutt'i corpi semplici in due grandi classi, cioè

1.° *Corpi elettro-negativi unipolari*, o *vitropolari permanenti*, di cui sinora vi ha solo *l'ossigeno.*

2.° *Corpi elettro-positivi permanenti*, (rimpetto all'ossigeno) detti ancora *ossigenabili*, disposti, dopo l'ossigeno, come nella divisione di Berzelius. Questi ultimi, che sono in maggior numero, classificati poi diversamente cioè dietro le loro proprietà basiche ed acide, verranno suddivisi in

1.° METALLOIDI (*corpi semplici non metallici.*)

Cloro	Fluore	Carbonio	Selenio
Bromo	Azoto	Fosforo	Arsenico
Iodio	Idrogeno	Solfo	Silicio

2.° Metalli. (*corpi semplici metallici.*)

Circonio	Potassio	Tungsteno	Nikel
Glucinio	Sodio	Colombio	Piombo
Torinio	Vanadio	Antimonio	Mercurio
Alluminio	Manganese	Uranio	Osmio
Itrio	Zinco	Cererio	Argento
Magnesio	Ferro	Cabalto	Palladio
Calcio	Stagno	Titanio	Rodio
Strontio	Cadmio	Bismuto	Platino
Bario	Molibdeno	Rame	Oro
Litio	Croma	Tellurio	Iridio

Così disposti i corpi semplici, possono considerarsi sotto il rapporto delle qualità elettro-chimiche in quanto alla prima divisione di Berzelius; ma onde poter facilitare lo studio dei corpi elettro-positivi permanenti, sempre però rimpetto all'ossigeno, si sono suddivisi in *metalloidi* e *metalli*; considerando i primi come quei che non sono in grado di divenir base di un sale comunque si combinino all'ossigeno, e gli ultimi uniti egualmente all'ossigeno come capaci di funzionare indistintamente e da acidi e da base: le qualità basiche però sono quelle che li distingue dai metalloidi.

DIVERSI SISTEMI

Coi quali si è cercato studiare i corpi.

226. Avendo esposto le ragioni per cui ci siamo indotti a classificare i corpi semplici nel modo esposto, prima di intraprenderne lo studio in particolare crediamo quì opportuno parlare brevemente de' diversi sistemi sinora emessi intorno alla maniera di considerare i corpi, potendosi facilmente intendere dietro quanto finora abbiamo stabilito. Essi sono al numero di 3, cioè *empirico*, *dinamico* ed *atomico*.

Sistema empirico. È quello che si limita a fissare i soli caratteri esteriori de' corpi, dietro un esame il più rigoroso. I partigiani di questo sistema, persuasi che una ipotesi la quale non può essere confirmata, o rovesciata dall' esperienza, altro non è che un gioco dello spirito, o una sottigliezza puramente immaginaria; che non può dirsi verità se non se tutto ciò ch' è stato provato coll' esperienza; e che la natura intima de' corpi ci resterà sempre ignota, nulla si curano delle considerazioni che essi chiamano *puramente speculative*.

Siffatta maniera di studiare i corpi si è detta *considerazione empirica*, e consiste appunto nello stabilire i caratteri esteriori di un corpo onde poterlo distinguere da un' altro. Così fissati i caratteri dell' oro, dell' argento, del platino ec. si crede impossibile poter confondere l'uno coll' altro di questi metalli. Ma quantunque si convenisse che questo fosse il sistema più esatto per la conoscenza individuale de' corpi, con esso si potrà mai progredire nello studio delle scienze naturali? è egli suscettivo di una generale applicazione? Col solo empirismo le scienze non hanno mai progredito; e tal sistema tutto al più ha potuto servir di base alla prima classificazione fatta de' corpi organici ed inorganici.

Sistema dinamico -- È il sistema più viggente in Allemagna, ed è fondato su questi principii: Ciascun corpo è ripieno di una materia continua, le cui proprietà essenziali sono la *compressibilità* e la *dilatabilità*: la poro-

sità si considera come una qualità accidentale. La compressibilità è quella che avvicina le mollecole de' corpi, e corrisponde alla forza *attrattiva*, e la dilatabilità è quella che le allontana, ed è simile alla forza *ripulsiva*. Le varietà materiali poi sono dipendenti da alcune sostanze primitive inerenti al corpo medesimo, dalla cui combinazione ne risultano tutti gli altri corpi ec. Con questo sistema, considerando la porosità come accidentale in tutt' i corpi, non si saprebbe concepire la combinazione chimica di due sostanze, perchè si dovrebbe ammettere che i corpi si penetrino nella loro essenza la più intima, ciò che poi distruggerebbe la *impenetrabilità*, che è la qualità più essenziale della materia. Un tal sistema può considerarsi come isolato ed indipendente, e quindi di una sterilissima applicazione.

Sistema atomico — In questo sistema si suppone che ciascun corpo è formato di particelle *indivisibili ed impenetrabili* che si chiamano *atomi*; che questi si mantengono ad una certa distanza mediante le due forze, di *attrazione* cioè e *di ripulsione*; e che la *porosità* è una qualità generale ed essenziale a tutt' i corpi, potendo solamente variare nella *intensità* a seconda che predomina l'una o l'altra delle due forze suddette. Dietro tali principii possiamo considerare questo sistema come il più coincidente collo stato naturale de' corpi, sistema da cui la chimica e la mineralogia ripetono il loro maggiore avvanzamento. E di fatti qual vantaggio può ritrarsi dal sistema empirico, se esso non ha alcun rapporto con le teorie tanto utili e necessarie per ispiegar l'azione scambiavole de' corpi? Ci darà la conoscenza individuale de' corpi? ; ma ciò non essendo altra cosa che le *qualità fisiche* della materia, sembra inoperoso ricorrere ad un sistema per potersi queste stabilire. Dicasi lo stesso del sistema dinamico, che nel mentre si presenta isolato ed indipendente si limita solo a quello si è stabilito in fisica ed in chimica, cioè all' attrazione ed alla ripulsione. Ma il sistema atomico riunendo ad un tempo le qualità e le proprietà fisiche de' corpi, sviluppa ampiamente ogni teoria collo stabilire la spiegazione de' fenomeni naturali; e così nell' atto che porge la guida più sicura allo studio

delle conoscenze chimiche, le perfeziona e le ingrandisce. Con questo sistema si spiega più facilmente la *compressibilità*, e come può nel volume di un corpo esservi più spazio che materia, il che si osserva particolarmente nei gas e ne' vapori. Lo stesso dicasi per le differenze materiali de' corpi, essendo relative a quelle degli atomi, alla loro grandezza, ed alla distanza che li separa. Così ancora per le combinazioni chimiche, in cui gli atomi penetrandosi scambievolmente ne' loro spazii, i due corpi si combinano sì intimamente da formare nuovi atomi composti, cioè binarii, ternarii ec. che poi si trovano più o meno ingranditi, e diversamente distanti gli uni dagli altri. Questo sistema, che ora è il più generalmente ricevuto, riguardando più da vicino la chimica che le altre scienze, è duopo che se li dia una più ampia spiegazione.

Esso ebbe origine dalla teoria de' *numeri proporzionali; Proporzioni definite, Equivalenti chimici*: e quindi il *sistema atomico o atomistico*, detto ancora *daltoniano*, in onore di Datton che ne stabilì più esattamente le basi, fu più generalmente applicato a stabilire la teorica della composizione de' corpi.

Leggi secondo le quali i corpi si combinano, ovvero, Teoria delle proporzioni determinate, degli equivalenti chimici, o numeri proporzionali, e sistema atomico.

227. Le espressioni da poco introdotte in chimica, cioè *sistema delle proporzioni determinate; numeri proporzionali, o equivalenti chimici, e teoria o sistema atomico* servono a dinotare le proporzioni de' corpi che si combinano, e le leggi costanti che essi sieguono nelle loro combinazioni.

Le prime conoscenze che poi han servito di base alla *teoria delle proporzioni chimiche* e quindi al *sistema atomistico*, sembrano doversi a Wenzel, chimico Alemanno distintissimo, il quale nel 1777 in un opera pubblicata a Dresda intitolata. *Lehre von den Verwandschaften*, cioè *Teoria delle affinità*, provò dopo un seguito di analisi esatte, che due sali neutri quando si scompongono reciprocamente somministrano due nuovi sali similmente

neutri, e ciò esser dovuto dal che i rapporti relativi fra le quantità di alcali e di terre che saturano una quantità di un acido qualunque, sono le stesse per tutti gli altri acidi. Wenzel avendo così fissato siffatta legge cercò vieppiù estenderla; ed i risultamenti numerici delle sue sperienze sorpassarono quelli di tutt' i chimici dei suoi tempi. Così egli provò che se una quantità di acido solforico uguale a 5 satura esattamente :

9, 75 di barite	4, 0 di soda
6, 5 di stronziana	3, 5 di calce
6, 0 di potassa	2, 5 di magnesia;

le quantità rispettive di queste basi saturano egualmente una data quantità di uno degli altri acidi; e sono l'una all' altra come i numeri 9, 75; 6, 5; 6, 4; 3, 5; 2, 5. Di fatti supponghiamo che la reazione avvenga fra il solfato di potassa ed il nitrato di calce ambedue neutri, i due nuovi sali che ne risultano, cioè il solfato di calce ed il nitrato di potassa saranno ugualmente neutri; dappoichè le quantità relative di potassa e di calce che si richieggono per saturare un dato peso degli acidi nitrico e solforico sono perfettamente le stesse. Così se rappresentasi l' acido nitrico per 6, 75 e l' acido solforico per 5, si avrà che 6 di potassa e 3, 5 di calce satureranno esattamente le dette quantità di essi acidi: lo stesso dicasi per gli altri acidi e le altre basi. Malgrado gli esatti principii di questo ragionamento, le sperienze di Wenzel che doveano riputarsi della più grande importanza, vennero freddamente accolte ed in fine poste nell' obblio.

Nel 1782 Bergman pubblicò in Upsal un opera relativa all'oggetto, sotto il titolo « *De diversa phlogisti quantitate in metallis* » in cui avendo particolarmente descritte le sue sperienze su la precipitazione de' metalli l' uno per l'altro, ne trasse la conclusione : *phlogisti mutuas quantitates præcipitantis et præcipitandi ponderibus esse inversae proportionales.* Con ciò egli cercò spiegare il fenomeno della conservazione della neutralità de' sali neutri dopo la loro mutua scomposizione; ma perchè le sue ana-

lisi erano meno esatte di quelle del Wenzel, non potettero svelargli la bella spiegazione fattane da quest' ultimo.

Era riserbato al genio di Ricter, chimico di Berlino, la prima indicazione positiva delle *proporzioni chimiche*, a stabilir le quali impiegò più anni in reiterate ed esatte analisi, e cercò pel primo nel 1792 in un opera intitolata: *Stèchiometria chimica*, dare alla scienza chimica una forma tutta matematica. Ma perchè egli partiva più dal principio esposto da Filone nel *Libro della Saggezza*, compreso tra i libbri apocrifi della Santa Scrittura, che cioè *Dio ha tutto fatto con misura, numero*, *e peso*, qual'era l'epigrafe che apponeva alle sue memorie su questo argomento; che dà una grande precisione nelle sue sperienze, soggiacque alla stessa sorte del Wenzel, e le sue dottrine furono egualmente poste in obblìo.

Bertollet, e Proust sparsero colle loro più accurate ricerche su lo stesso argomento non poca luce su quelle de' loro predecessori. Higgins avea già prima di Ricter, nel 1789, in un opera intitolata *A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic teories*, fatto travedere sotto altro punto di vista i differenti gradi di combinazione che possono aver luogo fra gli stessi corpi. Egli stabilì che i corpi sono composti di particelle o di atomi, e che un nuovo atomo di ossigeno aggiunto ad un ossido produce un nuovo grado di ossidazione. Ma essendosi dopo esaminate più accuratamente le memorie pubblicate da Ricter, e particolarmente quelle indicate coi numeri 7, 8, e 9, stampate nel 1796 al 1798, si restò sorpresi nel conoscere la giustezza delle sue vedute, e le molte sperienze dirette a stabilire le proporzioni chimiche. Questo celebre chimico studiò più attentamente il fenomeno esaminato dal Wenzel, e datavi la stessa spiegazione, si sforzò dietro quel principio determinare la capacità di saturazione relativa delle basi e degli acidi; non ommettendo esaminare l' altro fenomeno osservato dal Bergman nella precipitazione de'metalli gli uni con gli altri, e ne spiegò la cagione della neutralità del liquido dopo la sperienza, poggiandola su gli stessi principii da lui adottati. Egli allora dietro le sue numerose ricerche, stabilì

pel primo la legge della *reciprocità generale di saturazione*, dimostrando che nella mutua scomposizione dei sali, due sali neutri somministrano due altri nuovi sali anche neutri; dal che ne dedusse, *che le quantità di due basi alcaline necessarie per saturare dei pesi eguali di un acido qualunque, erano proporzionali alle quantità di queste stesse basi necessarie per neutralizzare gli stessi pesi di ogni altro acido* (1). Poco dopo Gay-Lussac intraprese sperimenti più esatti, e pervenne a confirmare la legge esposta da Higgins, il quale ebbe la prima idea delle combinazioni a *proporzioni multipli*, che cioè nella combinazione di due sostanze gassose in più proporzioni, tutte quelle dello stesso elemento sono eguali, come nell' ipotesi *corpuscolare*, che i corpi cioè si combinano molecola a molecola, o una con due, con tre, ec. (2).

228. Questa legge dedotta prima da un sol fatto osservato, cioè dalla composizione dell'acqua, venne dopo da Gay-Lussac generalizzata a tutt' i corpi gassosi; e contro la spiegazione ammessa su i fenomeni della *gravità*, egli provò che tutt' i gas racchiudono sotto egual volume lo stesso numero di molecole, ed esposti alla medesima temperatura e pressione si dilatano anche eguabilmente (§. 217.) Egli stabilì dippiù, che i gas in tutt'i casi si combinano ne' semplici rapporti de' loro volumi, 1 ad 1, ovvero 1 a 2, a 3; e la condensazione se ha luogo, succede in un rapporto semplice. Così 100 parti di A si combinano a 100 parti di B, e formano il primo composto AB; le stesse 100 di si combinano a 200 di B pel secondo, a 300 pel terzo ec. (3), ma non già in un altra proporzione qualunque.

Proporzioni determinate.

229. La legge sulle combinazioni de'gas, fu dopo applicata, dietro il principio di Higgins, su i corpi solidi e

(1) Ricter, Veber die Nevern, gegestaende der chemie, e Géométrie des élémens chimiques, ou Principes de stèchiométrie.

(2) A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic théories, 1789.

(3) Sur une échelle des équivalens chimiques, par M. William Hyde-Wollaston, novembre 1813 - (V. Journ. des Mines, février 1815, n. 218, p. 106.)

gassosi, lo che diede luogo al *sistema delle proporzioni fisse o determinate*. I corpi dopo questa legge si combinano a proporzioni fisse, e ne' numeri interi de' loro volumi, ovvero de' loro pesi, come 1 a 2, a 3, a 4, e non già 1 ad 1 $\frac{1}{2}$, a 2 $\frac{3}{4}$, ec. ciò che prova che non solo questa rapporto de' volumi o de' pesi è costante nello stesso corpo, ma che vi ha ancora una legge generale alla quale ubbidiscono, non solo i gas, quando si uniscono in proporzioni diverse per formare composti distinti, anche i solidi ed i liquidi i quali offrono egualmente nello loro combinazioni de' resultamenti analoghi; avvertendo però, che nel modo di paragonarli debbonsi misurare i gas, e pesare i liquidi ovvero i solidi. Per facilitarne l' intelligenza, noi rapporteremo degli esempi presi da' composti chimici conosciuti, indicandone i componenti reali che li formano, essendo essi in proporzioni differenti, ma sempre in modo che la 2ª, la 3ª, e la 4ª, di queste proporzioni saranno *multiple* della prima. Ecco vari esempi ne' quali essendo la proporzione in uno degli elementi sempre costante, quella dell' altro varierà per un *multiplo* della prima nel 2.° composto; per 2 multipli nel 3.° ec.

1. Composti che risultano da due corpi gassosi:

100	di Azoto	+	50	di ossigeno	=	protossido di azoto
100	idem	+	100	idem	=	deutossido di azoto
100	idem	+	150	idem	=	acido ipo-nitroso
100	idem	+	200	idem	=	acido nitroso
100	idem	+	250	idem	=	acido nitrico

295. Lo stesso ha luogo ne' due composti di ossigeno e carbonio; così,

76, 52 di carbonio	+	100 di ossigeno	=	ossido di carbonio
76, 52 di carbonio	+	200 di ossigeno	=	acido carbonico.

2. La suddetta legge applicata sopra due corpi, uno gassoso e l'altro solido, darà egualmente,

100 di stagno + 13, 55 di ossigeno = protossido	di stagno
100 idem + 27, 1 idem = deutossido	
100 di rame + 12, 5 idem = protossido	di rame
100 idem + 25, idem = deutossido	

E finalmente fra due corpi solidi, come.

Mercurio, 251, 9 + Zolfo { 20 = protosolfuro; 40 = persolfuro }

Platino, 121, 8 + Zolfo { 20 = protosolfuro; 40 = persolfuro }

o in espressioni più semplici,

100 di A + 50 di B = AB (primo composto)
100 di A + 100 di B = AB (secondo composto)
100 di A + 150 di B = AB (terzo coposto)
100 di A + 200 di B = AB (quarto composto ec.)

Dagli stessi esempi rilevasi che le proporzioni del 2.°, del 3.°, del 4.° composto crescono esattamente per 1, per 2, per 3 multipli della proporzione che trovasi nel primo composto. Di fatti se 76, 52 di carbonio e 100 di ossigeno somministrano il primo composto, volendo al carbonio combinare più ossigeno per averne il secondo, deve adoperarsene un multiplo della proporzione che sta nel primo, cioè 100, e così pel 3°, pel 4° ec.

Numeri proporzionali, ed Equivalenti chimici.

230. Wollaston volendo indicare il termine ove la forza di causticità dell'alcali e quella dell'acido più non si manifestava ne' sali, fu portato a rappresentare la quantità di alcali come l'*equivalente* di una quantità di acido che può neutralizzare. Questa espressione, che fu sulle prime applicata solo a' *sali neutri*, si trovò dopo poco esatta quando si volle estenderla a tutti gli altri composti a proporzioni fisse; il che indusse Gay-Lussac a so-

stituirle quella di *numero proporzionale*, ad oggetto d'indicare la quantità nella quale un corpo entra nelle combinazioni *normali*; o in altri termini, le quantità ponderabili de' corpi che possono combinarsi reciprocamente per formare alcuni composti distinti (1).

231. Onde stabilire questo nuovo sistema, Wollaston pensò di rapportare tutt'i corpi che si combinano reciprocamente ad un *principio comune*, e poichè l' ossigeno più che ogni altro corpo entra nel maggior numero delle combinazioni, venne perciò preso per unità, e prescelto come il principio comune ricercato. Allora dietro questi dati niente è più facile che formare le tavole degli *equivalenti chimici*, dappoichè basta conoscere la quantità di un corpo che può unirsi ad un numero intero di ossigeno, come p. e. a 100 parti, perchè si ottenga l' equivalente del corpo che si combina all'ossigeno medesimo. In tal modo se 100 parti di questo si combinano a 76, 52 di carbonio per formare il primo composto, cioè l'ossido di carbonio, le 76, 52 parti esprimeranno l'*equivalente*, ovvero il *numero proporzionale* del carbonio che si domanda, o che si trova nell' ossido di carbonio; e dopo quanto si è precedentemente stabilito su le *proporzioni determinate*, il secondo composto di carbonio ed ossigeno, cioè l'acido carbonio, deve contenere un *multiplo* di ossigeno, vale a dire un altra volta esattamente le 100 parti di prima, sopra le stesse 76, 52 di carbonio, e non già una proporzione arbitraria di uno de' componenti indicati. (§. 229.)

Allora in questi composti ed in quelli formati dall'ossigeno coll' azoto, si ha evidentemente, che nel primo, una proporzione di azoto si unisce ad una di ossigeno, nel secondo a due, nel terzo a tre ec.

(1) Siccome l' espressione di *proporzione de' corpi*, generalmente usata da' chimici, non è rigorosamente esatta, perchè essi intendono con ciò un *rapporto*, espressione da cui è stata tirata quella di *proporzionale*, e quindi *numero proporzionale*, così potrebbe sopprimersi quest' ultimo epiteto e dire semplicemente *numero* di un corpo; perchè allora sarebbe indipendente da ogni specie d' ipotesi, e tanto breve quanto l'espressione *atomo*.

Teoria atomistica, *o sistema atomico.*

232. Venzel, Higgins e Ricter furono i primi a conoscere qualche fatto che servì dopo di base alla dottrina degli *equivalenti chimici* e delle *proporzioni determinate*; ma Dalton seppe molti anni dopo farne un' applicazione più estesa, e richiamando dall' oblio le prime idee di Higgins (1), pervenne a generalizzarle ed a coordinarle in modo, che ne stabilì la così detta *teoria atomistica.* Questa nuova dottrina, non era altra cosa se non se un modo particolare di calcolare e dinotare le combinazioni de' corpi, e perchè poggiava sull' idea che queste avvenivano fra le di loro particelle più piccole, le quali perchè supposte indivisibili furono dette *atomi*, venne perciò chiamata *teoria atomistica*, e quindi *daltoniana*, in onore di Dalton che ne aveva fissate le basi. (*Experiments and observations on the atomic Theory*, *and electrical phenomœna.*)

In questo nuovo sistema si stabilì, che nelle combinazioni chimiche de' corpi, qualora due atomi di essi si combinano in proporzioni differenti, la loro uuione accade come siegue:

1 atomo di A + 1 atomo di B = 1 atomo di C, binario.
1 atomo di A + 2 atomi di B = 1 atomo di D, ternario.
2 atomi di A + 1 atomo di B = 1 atomo di E, ternario.
1 atomo di A + 3 atomi di B = 1 atomo di F, quaternario
3 atomi di A + 1 atomo di B = 1 atomo di G, quaternario

Dalton stabilì ancora, che quando due corpi non producono che una sola combinazione, gli atomi del composto saranno tutti binarii: se ne formano due, in una saranno tutti binarii, e nell' altra tutti ternarii; se sono tre, in una saranno binarii, e nelle due altre ternarii; e finalmente se possono essere al numero di quattro, una conterrà tutti gli atomi binarii, due ternarii,

(1) Comparative Wiew, of the phlogistic and antiphlogistic Theory.

e nell' ultima saranno tutti quaternarii. Questa sua maniera però di calcolare le combinazioni degli atomi, essendosi dopo trovata assolutamente ipotetica, fu perciò modificata dagli altri chimici.

233. Quel che sembra importante nella dottrina di Dalton, si è l'avere egli stabilito, contro quella delle *affinità indeterminate* avvanzata da Berthollet, che i diversi composti di uno stesso principio non passano dall' uno all' altro per gradi insensibili, ma che essi si avvanzano *per salti*, seguendo proporzioni successive, ciascuna delle quali debba essere un multiplo della prima (§. 229.). In tal modo Dalton, corrigendo e dando più estensione alla scala di saturazione fissata da Ricter, e facendo rivivere la scoverta obbliata di Higgins su le proporzioni multipli, ha contribuito non poco all'avvanzamento della scienza.

234. Di fatti essendosi precedentemente ammesso che le combinazioni dei corpi avvengono in proporzioni fisse, allora, secondo Dalton, ciò ha luogo fra un atomo ed un atomo di due corpi, ovvero 1 con 1, con 2, con 3, ec. Così il piombo può unirsi all' ossigeno e formare un composto a proporzione fissa, detto protossido di piombo (*massicot*), il quale può in questo stato combinarsi con molti altri corpi; se però si esamina attentamente questo composto, e si divida in un numero di molecole le più esili possibili, non potrà mai conoscersi alcuna particella di piombo, nè di ossigeno. Ma poichè ciascuna di queste particelle contenute in tutta la massa del massicot, racchiude l' ossigeno ed il piombo chimicamente combinati, ne segue che se cercasi di unire al detto massicot una novella quantità di piombo, riuscirà impossibile, e se vorrà combinarsi un' altra quantità di ossigeno, è duopo che questa quantità sia eguale alla prima; il che porta a conchiudere, che essendo l' *atomo* indivisibile, se la prima combinazione avviene costantemente fra un atomo ed un atomo, la seconda deve avvenire fra un atomo con due atomi ec. il che coincide con la dottrina delle proporzioni fisse. Ed ammesso che la seconda quantità di ossigeno che si volesse unire al massicot fosse minore della prima, questa non si unireb-

be che ad una porzione *relativa*, e non già alla totalità della quantità di massicot.

235. Stabiliti tali principii, si deduce facilmente il modo onde conoscere il peso di ciascun atomo che compone un corpo. Supponghiamo per poco che il composto AB resulti da un atomo di A, il cui peso sia 20, e da un atomo di B, il cui peso sia 5, allora 20 e 5, ovvero 4 ed 1, esprimeranno il peso relativo di ciascun atomo. E se rapportiamo questo esempio allo stesso massicot, che è formato da 100 di piombo in peso, e da 7, 692 di ossigeno, egli è chiaro, che in questa combinazione debbono esservi tanti atomi di ossigeno, quanto ve ne sono di piombo; dappoichè sì l'uno che l'altro si trovano nella più picciola particella di massicot. Dopo ciò è chiaro che se in una massa data di massicot vi ha 100 atomi di piombo, dovranno per conseguenza esservi anche 100 atomi di ossigeno; ma i 100 atomi di piombo pesano 100, ed i 100 di ossigeno 7, 692, ciò che vale lo stesso che 1 atomo di piombo pesa 100, ed 1 atomo di ossigeno 7, 692, dunque il peso dell'atomo di piombo è a quello dell'atomo di ossigeno come 100 a 7, 692, o come 13 ad 1; il che prova che l'atomo di piombo pesa 13 volte dippiù dell'atomo di ossigeno.

In quanto poi a' corpi gassosi, perchè venne stabilito dopo le sperienze di Gay-Lussac e Dalton §. 217. che essi racchiudono sotto lo stesso volume lo stesso numero di molecole o atomi; allora il peso relativo degli atomi di queste sostanze può facilmente dedursi da 2 volumi simili di differenti gas, essendo espresse le loro densità dai loro pesi relativi in circostanze identiche; ed in conseguenza ne' corpi gassosi i pesi de' loro atomi sono proporzionali alle densità. Di fatti prendendo per esempio l'ossigeno e l'idrogeno si avrà:

1,1026 densità dell'ossigeno : 0, 0687 densità dell'idrogeno :: 100 : x; e supponendo rappresentarsi il peso dell'atomo dell'ossigeno per 100, allora si farà la seguente proporzione

$$\frac{100 \times 0,0687}{1,1026} = 6,23$$ peso dell'atomo dell'idrogeno.

Gli stessi risultamenti si avranno deducendo il peso degli atomi che si combinano da quello de' corpi, senza avere riguardo alle densità rispettive, ma semplicemente al di loro peso assoluto. Così servendoci dello stesso esempio dell' ossigeno e dell' idrogeno, essendo conosciuto che i due corpi si combinano per formare l' acqua nelle proporzioni di 100 del primo e 12,5 dell' ultimo, e considerando i due gas come uniti per 1 atomo, i loro pesi rispettivi saranno ne' rapporti di 100 : $12\frac{1}{2}$; e se ammettesi, come è poi nel fatto, che l' acqua resulta da 1 atomo di ossigeno e 2 atomi d' idrogeno, questo rapporto diverrà $100 : \frac{12,5}{2} = 6,25$, che esprime il peso di ciascun atomo d' idrogeno.

Dopo ciò gli stessi composti di azoto ed ossigeno, esposti sotto la formola de' numeri proporzionali (§. 174.), possono essere egualmente rappresentati, dopo la teoria atomica, da

1 atomo di azoto + 1 atomo di ossigeno = protossido.
1 .... idem + 2 .... idem = deutossido.
1 .... idem + 3 .... idem = acido ipo-nitroso.
1 .... idem + 4 .... idem = acido nitroso.
1 .... idem + 5 .... idem = acido nitrico;

il che indica, che nel primo composto l' atomo di azoto pesa 100, e l' atomo di ossigeno 50, ec. seguendo così la legge delle proporzioni determinate già stabilita, ed essendo il peso dell' ossigeno negli altri quattro composti un multiplo del primo, ne segue che il secondo composto di 1 atomo di azoto e 2 atomi di ossigeno sarà rappresentato da 100 del primo e 100 del secondo, il terzo da 100 e 150, ec. Ciò può similmente applicarsi a tutte le altre combinazioni chimiche sinora esaminate, e che resultano da proporzioni determinate esattamente stabilite.

236. La stessa teoria si applica non solo alle combinazioni de' corpi semplici, ma anche a quelli de' corpi composti. Così invece di rappresentare la composizione de' sali nel modo di prima, come p. e. 100 di acido e 30 di ossido pel sale neutro, e 200 di acido pel sale aci-

do, o sopra-sale, e 30 di ossido; si dirà egualmente, 1 atomo di acido ed 1 atomo di ossido nel sale neutro, ed 1 atomo di ossido e 2 atomi di acido pel sale acido; ben inteso però, che pel primo composto l'atomo di acido pesa 100, e quello dell'ossido 30. Gli stessi due composti allora sarebbero, secondo Dalton, espressi da

1 atomo di acido + 1 atomo di ossido = 1 atomo di sale bin.°
2 atomi di acido + 1 atomo di ossido = 1 atomo di sale tern.°

237. Da quanto si è esposto si conosce, che niente è più facile che paragonare il peso de' differenti atomi, prendendo quello dell' ossigeno per termine costante, come il corpo semplice che può formare il più gran numero di composti, rappresentandolo come = 100. Allora gli atomi verranno rappresentati da numeri più o meno grandi che 100, secondo che il peso che si domanda nelle loro combinazioni coll' ossigeno, è superiore o inferiore a quello di quest' ultimo. Così p. e. se è dimostrato che l' acido idroclorico è composto da 1 atomo di cloro e da 1 atomo d' idrogeno, ed in peso da 221, 32 del primo e 6, 224 del secondo, ne segue che volendo rappresentare per 100 i 2 atomi dell' acido, quello dell' atomo d' idrogeno lo sarà di 2, 74, ed il peso dell'atomo del cloro 97, 26; dal che si deduce che 221,32, peso dell'atomo d' idrogeno = a 2 atomi di acido idroclorico = 227, 564, sono = 97, 26 del primo e 2, 74 dell' ultimo, allorchè il peso de' due atomi di acido si fa = 100.

Ecco un altro esempio. 100 parti di ossigeno in peso si uniscono a 12, 5 di rame anche in peso per formare il primo composto di ossigeno e rame, che potrebbe essere rappresentato da 1 atomo di ossigeno e da 1 atomo di rame; allora il peso del primo atomo essendo 100 e quello del secondo atomo 12, 5, ne segue che 100 sarà il peso dell'atomo di ossigeno e 12,5 quello dell'atomo del rame; e 112, 5 rappresenterà quello de' due atomi del protossido di rame.

238. Dopo ciò, ammesso che i corpi semplici hanno degli atomi i cui pesi sono fissi e differenti per ciascun corpo, si deduce facilmente che ne' corpi composti, cia-

scuno de' loro atomi avrà un peso che sarà quello degli atomi che lo compongono. Così p. e. se nel massicot (§. 235.) il peso di un atomo di piombo è 13, e quello dell'ossigeno è 1, allora un atomo di massicot dovrà pesare 14. Lo stesso si dirà pel composto salino di sopra, esposto, il quale supposto che contenga 1 atomo di ossido il cui peso sia 8,750, ed 1 atomo di acido che pesi 1 solamente, allora il peso di 1 atomo del sale sarà 9,750. La presente tavola mostra il peso atomistico de' corpi semplici.

TAVOLA

DEL PESO ATOMICO DE' CORPI SEMPLICI

Ossigeno	100	Zinco	403, 22
Cloro	221, 32	Ferro	339, 21
Bromo	446, 40	Stagno	735, 29
Iodio	783, 35	Cadmio	696, 77
Fluore	116, 90	Molibdeno	596, 86
Azoto	88, 52	Croma	351, 86
Idrogeno	6, 24	Tungsteno (Scelio)	1183, 20
Boro	67, 99	Colombio (Tantalio)	1152, 87
Carbonio	37, 66	Antimonio	806, 45
Fosforo	196, 15	Uranio	2711, 36
Solfo	201, 16	Cererio	574, 72
Selenio	494, 60	Cobalto	369, 00
Arsenico	470, 12	Titanio	389, 10
Silicio	92, 60	Bismuto	1330, 40
Circonio	420, 21	Rame	395, 69
Glucinio	331, 28	Tellurio	403, 22
Turinio	» »	Nickel	369, 75
Alluminio	171, 66	Piombo	1294, 50
Ittrio	402, 57	Mercurio	632, 9
Magnesio	158, 36	Osmio	» »
Calcio	256, 03	Argento	1350, 60
Strontio	547, 30	Palladio	703, 7
Bario	856, 93	Rodio	750, 65
Litio	127, 80	Platino	1215, 23
Potassio	487,915	Oro	1243, 00
Sodio	290, 92	Iridio	» »
Manganese	355, 78	Vanadio	» »

239. Un altra applicazione importantissima, derivata dai principi stabiliti nella dottrina atomica si è quella fatta da Mitscherlich sulla disposizione degli atomi composti allorchè si riuniscono per formare de' cristalli distinti. Questi provò dopo sperienze esattissime e reiterate, che molti sali i quali si trovano allo stesso stato di saturazione e che contengono lo stesso numero di atomi di acqua, allorchè si cristallizzano presentano le stesse forme. Simile scoperta, che avrà senza dubbio la più estesa applicazione, lo portò a stabilire come legge generale, *che uno stesso numero di atomi riunito nella stessa maniera produce la medesima forma cristallina*, *qualunque si fosse la differenza degli elementi.* Ne venne quindi il nome di *corpo isomorfo* per indicare quello che prende le stesse forme cristalline di un altro, abbenchè composto di differenti elementi. Così quando dicesi, che un arseniato è isomorfo con un fosfato, ciò indica che il primo quando si cristallizza prende le stesse forme dell'ultimo. La voce *isomorfo* è stata presa dal greco ισομορφος, *isomorfos*, che significa della stessa forma.

240. Berzelius qualche tempo dopo adottando pienamente la legge stabilita da Mitscherlich su i corpi isomorfi, pensò di chiamare *isomerici* i corpi che presentano la stessa composizione, tirando anch'esso tal nome dal greco ισομερες, *isomeres*, per dinotare cioè un corpo che si compone delle stesse parti. Quindi venne detto *isomerismo* ed *isomorfismo* quella parte della chimica che studia quei corpi i quali presentano le stesse forme, non che quelli che hanno la medesima composizione.

241. Tale si fu lo stabilimento delle proporzioni determinate, e del sistema atomico; ma essendosi il peso degli atomi da quelle rilevato, quando si volle applicarlo a' corpi gassosi ovvero a' solidi ridotti in vapori, si trovò che la densità diversa degli atomi relativi ne variava il di loro peso atomistico; quindi facendo nuove aggiunte al sistema atomico, si pervenne a fissare più esattamente, ed in un modo generale ciascuno de' numeri proporzionali rappresentati. Così nell'esempio addotto al §.218 su le leggi della dilatazione de' gas, che questi cioè racchiudono lo stesso numero di atomi sotto uno stesso vo-

lume, ciocchè prova trovarsi essi ad eguale distanza; ne segue che il peso relativo di questi atomi potrà dedursi dal peso di un numero simile di volumi di un gas qualunque. E poichè la densità de' gas, in circostanze identiche, esprime il loro peso relativo, si deduce *che i pesi degli atomi sono proporzionali alle densità*. Così nello stesso esempio addotto su i componenti dell' acqua (§. 235.) si avrà 1, 1026 densità dell'ossigeno : 0, 0687 densità dell' idrogeno :: 100 : x; supposto che il peso dell' atomo dell' ossigeno si rappresenti per 100, si avrà

$$\frac{100 \times 0,0687}{1,1026} = 6,23$$, che è il peso dell'atomo dell'idrogeno.

Allo stesso modo calcolando le densità degli altri gas si avrà, che essendo 2,470 la densità del cloro, e 0,976 quella dell' azoto, il peso dell'atomo del primo sarà 224, e quello del secondo 85, 5.

Ma poichè il calcolo rilevato dalle densità de' corpi era applicabile solo a quelli capaci di divenire gassosi permanentemente, Gay-Lussac pervenne a generalizzare tal legge anche su i corpi solidi, capaci però di formare combinazioni gassose con altri corpi. Questo celebre fisico scoprì che in queste ultime combinazioni il volume di ciascun corpo vi entra ne' rapporti molto semplici, e quindi trovò la densità del vapore del solfo deducendola col calcolo dalla composizione dell'idrogeno solforato, e l'altra del selenio, del fosforo, del carbonio, dell'arsenico, ec. rilevandola da quella dell' idrogeno fosforato, carbonato, arsenicato ec. Di fatti se la densità dell' idrogeno arsenicato p. e. è = 2, 695, e se si ammetta che questo composto risulta da 1 $\frac{1}{2}$ volume d'idrogeno e da $\frac{1}{2}$ volume di vapore di arsenico, si avrà $(2,695 \times 2) - (0,0687 \times 3) = 5,1836$ che è la densità del vapore di arsenico. Quindi operando come si è fatto per trovare il peso dell' atomo dell'idrogeno, si farà 1, 1026 : 5, 1836 :: 100 : x, donde si avrà

$$\frac{100 \times 5,1836}{1,1026} = 470,12$$ che è il peso dell'atomo dell' arsenico.

Da questa importante scoperta si deduce ancora, che

conosciuto esattamente il peso dell'atomo di un corpo comparativamente a quello dell'ossigeno, si perviene similmente a valutare la densità del suo vapore. Così valendoci dell'esempio antecedente, 1, 1026 : x :: 100 : 470, 12, che è il peso dell'atomo dell'arsenico, trovato col calcolo su la densità del suo vapore, si avrà

$$\frac{470,12 \times 1,1026}{100} = 5,1836,$$ che è la densità del vapore dell'arsenico.

242. Questo calcolo però serve, secondo lo stesso Gay-Lussac, come mezzo per verificare o corriggere il precedente; ma tal modo di valutare il peso atomistico de' corpi, derivandolo cioè dalle densità, presenta, come lo fa osservare Dumas, qualche difficoltà. Così supponghiamo che 1 litro di gas cloro ne racchiuda 1000 atomi, ed altrettanti 1 litro d'idrogeno; allora 1 litro di acido idroclorico dovrebbe contenere 2000 atomi delle due sostanze; ma poichè 1 atomo di cloro combinandosi ad un atomo d'idrogeno non può produrre che 1 atomo di acido idroclorico, cioè come nella supposizione precedente, 1000 atomi in tutto, ne segue che gli atomi di cloro e quelli d'idrogeno si son divisi in due per formare gli atomi di acido idroclorico; e quindi gli atomi dell'acido prodotto si compongono non già di 1 atomo di cloro ed 1 atomo d'idrogeno, ma di $\frac{1}{2}$ atomo del primo e $\frac{1}{2}$ atomo del secondo. Una tale maniera di considerare le combinazioni degli atomi, porterebbe un eccezione nelle combinazioni degli atomi, che cioè gli atomi de' corpi gassosi sono suscettivi di dividersi allorchè si combinano, e ciò per spiegare la diminuzione ne' volumi de' due gas dopo la loro unione; essendo rari i casi ne'quali il volume viene aumentato, o corrisponde esattamente a quello che avevano i corpi prima della combinazione. Ed infatti 1 litro di azoto = 1000 atomi si combina a 3 litri d'idrogeno = 3000 atomi, ed invece di formare 4 litri di gas ammoniaco, ne danno 2 litri solamente; dal che si deduce che ciascun atomo di ammoniaca debbe contenere 1 $\frac{1}{2}$ atomo d'idrogeno e $\frac{1}{2}$ atomo di azoto.

243. Dulong e Petit estendendo le applicazioni del sistema daltoniano, pervennero a stabilire, che qualora si modi-

fica il peso degli atomi de' diversi corpi semplici, in modo da ridursi alla metà, ad $\frac{1}{3}$, ad $\frac{1}{4}$, si debbono riportare tutti alla stessa capacità pel calorico, la quale poi diviene la stessa per ciascun atomo, indipendentemente dalla loro natura. Questa legge però, come han fatto dopo osservare de Larive e Marcet, i quali han provato dietro ricerche accuratissime che i gas a volumi eguali hanno la stessa capacità pel calorico, si rapporta agli *atomi fisici*, e non ha alcun rapporto assoluto colle *molecole chimiche*; ciò che induce poi ad ammettere che avvenga lo stesso tanto ne' gas, che ne' corpi solidi. Dopo ciò tale legge stabilita da Dulong, e Petit, somministra solamente i pesi de' gruppi molecolari analoghi a quei che costituiscono i gas, e non già i pesi delle molecole chimiche di questi stessi corpi; il che non si oppone ad ammettere, che negli atomi composti de' corpi solidi vi ha delle frazioni di atomi come quelle ammesse ne' corpi gassosi. Così dietro la stessa legge formando gli atomi de' corpi solidi, potrà seguirsi un sistema uniforme; dappoichè gli atomi essendo sempre de' gruppi al di là de' quali la divisione fisica non ha più luogo, saranno similmente paragonabili, ancorchè risultino da molecole chimiche più o meno numerose.

244. Dalla premessa legge egli è che i corpi solidi, comunque nel combinarsi ad altri non formassero alcuna combinazione gassosa, nondimeno, come ha fatto pel primo Mitscherlich, possono riunirsi in gruppi in una maniera probabile. Così dietro la legge dell' *isomorfismo* da lui stabilita (§. 238.) può benissimo in un sale rimpiazzarsi la base in totalità o in parte con un altra base, e l' acido con un altro acido, senza che si alteri il sistema della forma cristallina primitiva, ancorchè il valore degli angoli non resti perfettamente lo stesso; quindi i corpi che possono rimpiazzarsi scambievolmente son quelli che Mitscherlich ha chiamati *isomorfi*.

Prima di tale scoperta erasi ammesso doversi ripetere simili forme in alcuni corpi da egual numero di atomi in essi contenuti; ma Mitscherlich considerando che tutt' i composti atti a presentare le stesse forme di cristalli, o capaci di rimpiazzarsi nelle diverse combinazioni sen-

za alterar tali forme, contengono lo stesso numero di atomi uniti nel medesimo modo, pervenne a generalizzare questo principio, e lo applicò in una maniera più esatta. Così nei due ossidi di ferro ora ammessi, le quantità relative di ossigeno per un dato peso di metallo sono fra loro :: 2 : 3; ciò che porterebbe ad ammettere che 2 ovvero 3 atomi di osigeno sieno uniti ad 1 oppure 2 atomi di ferro; e supposto che il ferro vi entrasse per due atomi, si avrà

Protossido di ferro = 1 at. di ferro + 1 at. di ossigeno
Perossido di ferro = 2 at. di ferro + 3 at. di ossigeno

245. Dietro tale osservazione ha potuto Mitscherlich stabilire che le forme analoghe alla prima corrispondano a quella del deutossido di rame, de' protossidi di manganese, di cobalto, di nikel, di zinco, di magnesio, di calcio, di bario e di strontio, i quali contengono similmente che il protossido di ferro 1 at. di metallo ed 1 at. di ossigeno; ed in conseguenza debbonsi considerare fra loro come isomorfi. In quanto poi alla seconda formola, cioè al perossido di ferro, li saranno isomorfi l'ossido di alluminio, il tritossido di manganese e l'ossido verde di croma

246. Mitscherlich spingendo più oltre la sua dottrina su l'isomorfismo dimostrò, che lo stesso corpo poteva offrire due forme primitive ed incompatibili; fenomeno che lo presenta il solfo allorchè si unisce ad altri corpi semplici. La calce è essa stessa isomorfa ora colla strontiana ed ora col protossido di piombo; mentre che offre d'altronde una forma differente e si somiglia col protossido di ferro e di manganese ec.; servendo così a ligare insieme due classi di ossidi differenti in apparenza. Ma Mitscherlich spiega queste apparenti anomalie supponendo che esse dirivino da una alterazione ne' rapporti delle mollecole; dal che conchiude che lo stesso numero di atomi combinati nello stesso modo produce la medesima forma cristallina, la quale poi è indipendente dal numero degli atomi, essendo determinata e dal numero e dalla loro posizione relativa; deduzione che sparge su i

risultamenti cristallografici de' dubbi tali da non permettere che si riguardino le loro conseguenze relative come assolute.

In opposizione della teoria di Mitscherlich, non si trova in molti degli esempi addotti che il solo ossido di cobalto non coincide col peso atomistico del metallo come fu stabilito dal Dulong e Petit, ma questa sola eccezione non distrugge un gran numero di altri fatti esattamente stabiliti sull'isomorfismo. Ecco alcuni resultamenti ottenuti paragonando il volume dell' atomo di alcuni metalli de' quali il Mitscherlich ne ha comprovato l'isomorfismo.

	Densità	Peso dell'atomo	Volume dell' atomo
Rame	8, 89	395, 7	44, 4
Manganese	8, 01	355, 7	44, 4
Nickel	8, 38	369, 7	44, 1
Cobalto	8, 50	369, 0	43, 4
Ferro	7, 80	339, 2	43. 5

Da questo quadro si conosce che le differenze ne' volumi sono sì poco rilevanti da doversi ripetere più da errori nelle osservazioni, che come non coincidenti colla teoria. Lo zinco, il platino, il palladio, il molibdeno, il tungsteno, l'argento, l'oro, il tellurio, ed il rodio, presentano presso a poco le stesse differenze. Il bismuto, il piombo e lo stagno, come il cobalto le presentano in un modo più rimarchevole; ma ciò può derivare dal non essersi in tali corpi esattamente stabilita la loro *densità*, cui possono avere origine le differenze osservate.

E di fatti se gli atomi de' corpi solidi avessero come quelli de' gas lo stesso volume, e fossero tenuti alla stessa distanza, dovrebbero contener come questi ultimi lo stesso numero di atomi; o almeno de' numeri tali che il peso dell' atomo del corpo diviso o moltiplicato pei numeri semplici, darebbe tutt' i volumi eguali; ciò che poi non ha luogo nel fatto. Ma da questo può tutto al più conchiudersi, che ne' solidi gli atomi non sono in tutti eguali nel volume, ne' tenuti alla stessa distanza; ma che

in molti gruppi, come in quelli citati, la legge dell'isomorfismo ha esattamente luogo.

Nel trattato sulla teoria della composizione de' sali, ove applicheremo più accuratamente questi principii, saranno esposte le formole necessarie per determinare con più esattezza il peso degli atomi costituenti sì de' corpi semplici che composti.

Della Nomenclatura.

247. Il cambiamento operato in chimica nella fine del secolo passato dal celebre Lavoisier, dopo lo stabilimento della sua dottrina pneumatica, distruggendo egli interamente la teoria del flogisto di Sthal, produsse una vera rivoluzione nella scienza. Da ciò ne venne la necessità di cambiarne anche il linguaggio; e Lavoisier, Guyton de Morveau, Bertollet, e Fourcroy stabilirono i primi una *nomenclatura* tutta nuova dando a' corpi semplici de' nomi che avessero espressa una delle loro essenziali qualità, ed a' composti denominazioni che indicassero i principii che li formavano. Così fu chiamato *Ossigeno* quel corpo semplice che aveva la proprietà di produrre l'acidità negli altri, derivandolo dal greco οξυς, *oxis*, acido, e γεινομαι, *geinomai*, generare, ossia generatore di acidi; *Azoto*, da *a sine*, ζωη, *zoe*, vita, cioè privativo di vita, o inetto alla respirazione; e finalmente *Idrogene* da υδωρ, *idor*, *acqua*, e da γεινομαι, *geinomai*, generare, cioè generatore dell'acqua. Introdotti così questi primi nomi nella scienza, furono con essi stabilite le basi della nuova nomenclatura.

240. I corpi uniti all'ossigeno senza divenir acidi, si chiamarono *ossidi*. Tutte le combinazioni de' corpi semplici con le basi terrose, alcaline, e metalliche, ebbero denominazioni che avessero espresse le sostanze che entravano nel composto: così il *fegato alcalino* che risulta dalla unione dello zolfo con la potassa, venne chiamato *solfuro di potassa*, per indicare lo zolfo e la potassa che lo formavano. Ecco i grandi vantaggi che si ottennero dalla nuova nomenclatura, dappoichè bisognava prima avere una grande abitudine e buona memoria

per ricordarsi i nomi empirici di *pomphilix*, *aquila alba*, *magno calcinato*, *sale di Alembroth*, *sale policreste ec.*

248. Nello stato attuale però de' progressi della chimica, la nomenclatura francese ha dovuto soggiacere a varii cambiamenti; così datosi dapprima il nome di *acido* ad un composto di ossigeno e d'una base combustibile, ed essendosi dopo scoperti alcuni altri acidi ne' quali non entra punto l'ossigeno, fu necessario indicare questi composti con de' nomi che esprimessero il principio che ne producea l'acidità, ed annoverarli in una classe a parte. Esporremo perciò il più brevemente possibile un quadro di nomenclatura chimica, e daremo nello stesso tempo la definizione di alcuni composti più rimarchevoli, affinchè nel denominarli nel corso dell'opera si abbia un' idea più chiara su la loro composizione.

Si son dati a' corpi semplici de' nomi che avessero espresse alcune proprietà esclusive al corpo medesimo. Sovente però si è caduto in errore nell' assegnare queste proprietà, mentre è avvenuto che desse erano comuni a molte altre sostanze. Così il nome di *ossigine*, che indica *generatore di acido*, oggi sarebbe poco esatto, perchè vi sono molti acidi che non contengono punto di ossigeno. Lo stesso può dirsi dell' *azoto*, che dà l' idea di un corpo inetto a mantenere la vita, essendovi un gran numero di altri corpi che sono parimente nocivi alla respirazione. Ma questi nomi perchè generalmente adottati, non si è potuto fare a meno ritenerli, e si è perciò convenuto assegnare a' nuovi corpi nomi *insignificanti*, ed i più brevi possibile, affinchè potessero facilmente prestarsi alla formazione di altri nomi, serbando sempre lo stesso sistema pei corpi composti, col darli cioè nomi che indicassero la quantità, e la natura de' principii che li formano.

Combustibili.

249. Fu dato il nome di *combustibile* a tutte quelle sostanze semplici che possono combinarsi all'ossigeno, o ad uno degli altri sostegni della combustione, essendo questa proprietà anche comune ad alcuni corpi composti, come agli olii, alle legna, al carbone ec. i quali sono stati in tutt' i tempi conosciuti col nome di *combusti-*

bili. Ma dietro quanto esponemmo nel §. 225 non potendosi più ammettere il nome di corpo combustibile, abbiamo adottato quello di corpo *ossigenabile*.

Ossidi.

250. Il composto risultante dall'ossigeno con un corpo ossigenabile, che non ha proprietà *acide*, si è convenuto chiamarsi *ossido*; e siccome erasi creduto che l'ossigeno non potea formare più che due ossidi collo stesso corpo ossigenabile, venne perciò il primo chiamato ossido al *maximum* ed il secondo ossido al *minimum*. Ma essendosi dopo conosciuto che il numero degli ossidi potea essere più di due, Tomson sostituì a tali denominazioni, quelle numeriche, prese però dal greco; così il primo ossido si disse *protossido*, il secondo *deutossido*, il terzo *tritossido*, il quarto *tetrossido*, il quinto *pentossido* ec. e l'ultimo *perossido*. Quante volte poi il corpo ossigenabile forma un sol composto coll'ossigeno, in vece di protossido si dirà *ossido* solamente; se può produrne due, il primo prende il nome di *protossido* ed il secondo quello di *perossido*, e così per gli altri. Questa distinzione è necessaria onde aversi un linguaggio più esatto.

Alcali.

251. Il nome di *alcali* (1) fu riserbato a pochi corpi solamente, cioè alla *potassa*, alla *soda*, alla *litina*, ed all'*ammoniaca*. Le proprietà particolari di queste sostanze sono quelle di cambiare in verde lo sciroppo o la tintura di viole, e la tintura de' ravanelli rossi (*rafanus sativus radice rubra*), ed in rosso di sangue la tintura di curcoma. Ma dopo si rinvennero altre sostanze che godono di siffatte proprietà, le quali prima erano classificate fra le terre, come *la calce, la magnesia* ec.; ma oggi sono tutte annoverate fra gli ossidi metallici, come conosceremo nel trattato de' metalli. Le sostanze alcaline organi-

(1) Il nome *alcali* è derivato dalla radice araba *kala* o dalla particella *al* aggiunta alla voce *kali*, che significa presso gli Arabi prepararne una cosa col fuoco. Tal nome venne dato primamente ad una pianta marina (la *sasola* soda) dalle cui ceneri ritraevasi la sostanza chiamata *alcali*.

che poi, non potendosi comprendere fra gli ossidi, vanno distinte col nome di *alcoloidi* o con quello di *basi salificabili organiche*.

Acidi.

252. Furono chiamati *Acidi* que' composti che avevano la proprietà di cambiare in rosso alcuni colori vegetali, come la tintura di tornasole, quella de' ravanelli rossi, lo sciroppo o la tintura di viole, ec. (1). Ma il carattere che attualmente se li dà come più esclusivo, è quello di potersi unire agli ossidi e formare i così detti sali, non che di portarsi al polo positivo, quando unitamente all' acqua vengono sottoposti alla corrente della pila di Volta; dappoichè vi ha molti acidi che non alterano in alcun modo i colori vegetali di sopra citati.

253. Siccome negli acidi il principio acidificante oltre dell'ossigeno può essere anche l'idrogeno, così essi sono stati divisi in due classi distinte. La prima che comprende quelli formati dall' ossigeno, portano il nome di *ossi-acidi*, e la seconda che abbraccia gli altri prodotti dall' idrogeno, si dicono *idro-acidi*, o meglio *idracidi*. A questi acidi sonosi anche aggiunti alcuni *solfuri*, *tellururi*, ec. i quali perchè si uniscono come i primi alle basi, e formano i *solfo-sali* (§.261), potrebbero perciò chiamarsi *solfoacidi*, *telluroacidi* ec.

Le desinenze in *oso* ed in *ico* per gli *ossi-acidi*, come acido *solforoso*, acido *solforico* ec. sono state conservate. Vi sono però de'composti di ossigeno ed un corpo ossigenabile semplice i quali formano tre o quattro acidi; allora le due denominazioni indicate non sarebbero sufficienti a distinguerli. Gay-Lussac, Dulong, e Welter, che sono stati i primi ad esaminarli, han proposte delle denominazioni particolari presso a poco come quelle adottate per gli ossidi (V. *fosforo*, *zolfo*, *azoto*, ed azione dell' ossigeno su queste sostanze).

Sali.

254. L' unione degli acidi con gli ossidi costituisce il maggior numero di composti che si chiamano *sali*. La

(1) Questi reagenti saranno descritti nell' ultima parte dell' opera, al trattato dell' annalisi chimica.

nomenclatura de' sali risulta dall'unione de' nomi degli ossidi, secondo la proporzione di ossigeno che contengono, e da quella degli acidi a cui sono uniti, cambiando solamente in questi ultimi la desinenza *oso* in *ito*, e quella *ico* in *ato*. Così p. e. volendo dare il nome ad un composto di protossido di ferro e di acido solforico, si dirà *solfato* di *protossido di ferro*, o anche meglio *protosolfato di ferro*; cioè sale formato dall'acido solforico e dal protossido di ferro: similmente se il ferro è al secondo grado di ossidazione se li darà il nome di *deutosolfato*, e quello di *trito-solfato* se al terzo grado; e finalmente se trovasi all'ultimo grado dicesi *solfato di perossido di ferro*, oppure *persolfato di ferro*, che è da preferirsi perchè più breve.

Se poi l'acido avesse la desinenza in *oso*, come *acido solforoso*, combinandosi ad un ossido si chiamerà *solfito* il sale che ne resulta; ed a seconda del grado di ossidazione si dirà *solfito di protossido, di deutossido* ec.

Ma un acido ed un ossido possono combinarsi fra loro in diverse proporzioni; allora una di questa sarà con eccesso di acido, l'altra neutra, quando le proprietà dell'acido e dell'ossido spariscono, e la terza sarà con eccesso di ossido. Nel primo caso vi si aggiugne la voce *sopra*, e nell'ultimo la parola *sotto*; così facendo uso degli stessi esempii precedenti, si dirà *sopra-solfato di protossido di ferro*, o *proto-solfato acido di ferro*, come più breve, se eccede l'acido solforico; *proto-solfato*, se sono perfettamente neutralizzati l'acido e l'ossido; e *sotto-proto-solfato* quando la quantità dell'ossido è preponderante. Lo stesso si farà per le denominazioni de' sali in cui l'acido prende la desinenza in *ito*, come *sotto-solfito*, *solfito*, *sopra-solfito* ec. Queste denominazioni però sono ora cambiate, ed i sali in tal modo differentemente saturati si distinguono in sali *neutri*, *acidi*, e *basici*, per le ragioni che esporremo al §. 260.

255. Quando un corpo ossigenabile semplice si unisce ad un altro corpo simile, cioè metallico o non metallico, il composto che ne resulta sarà indicato col nome che esprime le due sostanze che lo formano, facendo precedere a quella che predomina, la desinen-

za *uro*. Così p. e. si dirà *solfuro di fosforo*, il composto di solfo e fosforo, in cui lo zolfo predomina; *fosfuro di zolfo* se il fosforo è in eccesso; e così per gli altri.

256. Se un composto è formato da due sostanze gassose, l'ultima di queste prenderà la desinenza in *ato*; come *gas idrogeno fosforato*, *arsenicato*, *carbonato* ec. cioè i composti che il gas idrogeno forma col fosforo, coll'arsenico, col carbonio.

257. L'unione di due o più metalli, prende il nome di *lega*, e non più quello di *regolo*, di cui si servivano gli antichi. Così il nome di *regolo gioviale*, che indicava il composto di antimonio e stagno, viene meglio espresso col nome di *lega di antimonio e stagno ec.* Quando poi vi ha il mercurio si dice *amalgama*. In tal modo un composto di mercurio stagno e piombo, si chiama amalgama di stagno e di piombo. Tutte le unioni poi de' *metalloidi* co' *metalli* prendono la desinenza *uro*.

258. Per quello che risguarda la nomenclatura delle sostanze vegetali ed animali, essendo le prime formate tutte da' medesimi principii, cioè di ossigeno, idrogeno e carbonio, e le seconde oltre di questi dall' azoto, in proporzioni diverse solamente, non han potuto farsi dei cambiamenti come si è praticato per le sostanze inorganiche. Si sono perciò conservati i nomi che avevano prima ricevuti, benchè non avessero alcuna relazione coi loro elementi; e lo stesso metodo si è serbato per gli acidi, e pe' sali, come si è fatto per le sostanze minerali. Quindi il composto di acido acetico (prodotto vegetale) e di protossido di ferro, sarà chiamato *proto-acetato di ferro* se è neutro, *sotto-proto acetato* se è con eccesso di ossido, e *sopra-proto-acetato* se è con eccesso di acido, ec.

259. I nomi de' composti vegetali, o de' prodotti stessi de' vegetali e quelli degli animali, sono stati presi dalla sostanza da cui si ricavano, o da alcune qualità particolari che posseggono. Così dicesi *acido acetico* quello che si ha dall'aceto; *acido chinico*, l'acido che si ottiene dalla china, ec. Dietro le stessi ragioni si dice *emetina* la sostanza che è fortemente emetica; *mannite*, quella che si

ha dalla manna, ec. Lo stesso vale per gli prodotti animali, come *acido urico*, quello che si ha dall' orina, *acido sebacico*, l' acido che ritirasi dal sevo, ec.

260. Così furono stabilite le prime regole generali di nomenclatura chimica; ma dopo non vennero reputate come nello stato di massima perfezione, e Berzelius lo ha fatto particolarmente conoscere nel suo *Saggio sulla teoria delle proporzioni chimiche*. Le basi però sulle quali la nomenclatura chimica venne stabilita da Guyton-de-Morveau nel 1780, ed il perfezionamento che ricevè da Lavoisier, Fourcroy, e Bertollet, i quali dietro incarico dell' Accademia delle Scienze di Parigi onde generalizzarla maggiormente e renderla più esatta, han fatto sì che ogni innovazione prodotta nella scienza avesse sempre arrecato de' vantaggi alla nomenclatura chimica,

E di fatti tali denominazioni per quanto si fossero prima credute esatte, furono dopo trovate viziose allorchè si volle indicare lo stato di saturazione de' *sali*, degli *acidi* e degli *ossidi*, non che le proporzioni de' componenti di questi e di molti altri composti. Bramando perciò i chimici usare maggior precisione nella nomenclatura dei sali, vi aggiunsero delle voci che avessero dinotate le proporzioni relative a' loro componenti. Così essendo stato ora provato, che ne' *sali acidi* ed in quelli che si sono chiamati *basici*, la quantità di acido, ovvero la quantità di base vi si trova per un *multiplo*, o per un *sotto-multiplo* come 1, 2, 3, 4, rare volte per $1 \frac{1}{2}$, ec. della quantità di acido o di base, contenuta nel sale neutro dello stesso genere; così colle voci *bi*, *tri*, *quatri* poste innanzi al nome generico di un sale acido, si può indicare positivamente la sua composizione relativa. In fatti il solfato acido di protossido di potassio che contiene due volte dippiù di acido del solfato neutro, sarà meglio espresso col nome di *bi-solfato di protossido di potassio*, che con quello di *solfato acido*, ec. Lo stesso dicasi allorchè la base vi è per un multiplo della quantità esistente nel sale neutro, facendo però in un ordine inverso, cioè mettendo la parola che esprime il multiplo, *bi*, *tri* ec. innanzi al nome che indica l' ossido. Quest' ultima nomenclatura si adatta tanto a' nomi latini, che a quelli francesi o italiani. Così

l'espressione latina di *sulphas tri-aluminicus*, che dinota il solfato di allumina, il quale contiene su la stessa quantità di acido tre volte dippiù di allumina, verrebbe facilmente tradotto in *trisolfato alluminico*; e così ancora per quello che ne possiede due volte dippiù, come *bisolfato allumico*, *ec.*

Vi sono però de' casi, sebbene in piccolissimo numero, ne' quali la proporzione di uno de' componenti non è un multiplo intero, ma 1 $\frac{1}{2}$; allora al *bi*, *tri*, ec. verrà sostituita la voce *sesqui*, come *sesqui-fosfato di calce*, il fosfato che tiene $\frac{3}{2}$ atomo di acido; fosfato di calce sesqui-basico quello che ne ha 1 $\frac{1}{2}$ di base.

261. Ma gli ossidi metallici non sono le sole sostanze che possono far da base ne'sali. Vi ha di quelle che si ritraggono dalle sostanze vegetali, le quali possono ancora combinarsi agli acidi e formare de' sali distinti; così il nome di *base salificabile* sarà comune a queste ultime ed agli ossidi metallici, fra quali sono ora comprese non solo le terre e gli alcali, credute prima le sole sostanze atte a formare i sali, ma bensì alcuni cloruri, solfuri ec.

Oltre agli ossidi ed alle basi organiche, che si chiamano ancora *alcaloidi*, per distinguerle dagli *alcali* propriamente detti, vi ha de' *cloruri*, *solfuri*, *fluoruri* ec. che fanno similmente le veci di basi. Lo stesso dicasi in quanto agli acidi; dappoichè oltre a quelli formati dall' ossigeno ovvero dall' idrogeno con un corpo semplice metalloide o metallico, anche alcuni *cloruri*, *solfuri*, *tellururi* ec. possono far da base di un sale. Ma questi nuovi acidi e nuove basi non distruggono la classificazione da me adottata, dietro la quale ho distinto i metalloidi da' metalli dal carattere acido e basico costante nelle combinazioni di questi corpi coll' ossigeno; essendo quest' ultimo il *principio comune* a cui si è detto essersi rapportate tutte le combinazioni degli altri corpi nella classificazione. Sicchè il carattere non basico che distingue i metalloidi si riferisce alle sole loro combinazioni coll' ossigeno; ed è indifferente che essi combinati fra loro, coi metalli, ovvero coll' idrogeno formino similmente acidi e basi di sali, purchè resti fermo l' altro carattere, quello cioè di non formar basi coll' ossigeno, appartenendosi simile

qualità a' metalli allorchè si combinano con quest'ultimo. Dietro tale raggionamento, il *silicio* e l' *arsenico*, che formano acidi e non ossidi salificabili coll' ossigeno, si sono in questa nuova edizione separati da' metalli e compresi ne' metalloidi.

L' acqua forma anch' essa delle combinazioni particolari, che furono sulle prime designate colla voce *idro*, derivandola da *hydor*, *aqua* che si faceva precedere a quella del corpo con cui si credeva unita. Ma perchè la parola latina *aqua* non era suscettiva di una terminazione aggettiva, e l' altra *idro* poteva confondersi colla stessa voce adottata per dinotare l' idrogeno, come acido idro-clorico, idro-iodico ec. così li venne sostituita quella d'*idrato* derivandola anche dal greco ὕδωρ. Così dicesi *idrato di ferro, di potassa*, ec. Con questa espressione si è voluto anche dinotar le qualità elettriche dell' acqua rimpetto a quelle del corpo con cui trovasi combinata, situandola dopo quando è positiva, come *acido borico idrato*, e prima allorchè è negativa, come *idrato di potassa*, ec.

Sarebbe intanto a desiderarsi, dietro quanto si è stabilito sulle dottrine elettriche più generalmente ricevute, che i nomi i quali rappresentano i composti de'corpi *combustibili*, da noi chiamati *ossigenabili* (§.225.) indicassero costantemente in primo luogo i corpi elettro-negativi; perchè questa regola avrebbe il vantaggio non solo di ricordare le proprietà elettro-chimiche de' corpi, ma sarebbe più coincidente con le denominazioni de' sali e degli ossidi; dappoichè negli ossidi l' ossigeno è sempre negativo in rapporto al metallo, come ne' sali lo sono gli acidi in rapporto alle basi. Questo sistema però non potrebbe adottarsi pe' corpi gassosi, senza cambiare i loro nomi che sono generalmente conosciuti: così bisognerebbe dire *acido cloro-idrico* l' acido idro-clorico, *acido iodo-idrico*, l' acido idro-iodico, ec. Lo stesso dicasi per que' composti gassosi terminati *in ato* come *idrogeno carbonato, arsenicato*, ec. perchè si dovrebbero dire *solfuro*, *arseniuro* d' *idrogeno*, come più sistematici.

262. Malgrado tutte queste innovazioni e questi perfezionamenti portati nella nomenclatura chimica, pur-

tuttavia non è lontana da inconvenienti. Tra questi il maggiore è senza dubbio quello, che le dottrine chimiche sono quasi in ogni dove le stesse, e la nomenclatura intanto varia secondo i luoghi; inconveniente a cui non andava soggetta l'antica nomenclatura, perchè era la stessa dappertutto. Berzelius, che conobbe tutta la necessità di adottare una nomenclatura *fondamentale* latina, come quella che poteva essere intesa presso tutte le nazioni, ne stabilì le basi nella sua *Teoria delle proporzioni determinate*. Le principali innovazioni che egli propose consistevano nel dividere gli ossidi in tre gruppi, cioè in ossidi che non sono abbastanza ossigenati onde potersi unire agli acidi, in ossidi che sono molto ossigenati per potere stabilire tale unione, ed in ossidi che contengono la quantità convenevole di ossigeno per fare da vere basi salificabili. Così un metallo che forma solo tre ossidi *salificabili*, allorchè si combina all'ossigeno, viene indicato, come si è fatto per gli acidi, per lo stesso nome del radicale, al quale egli dà desinenze differenti. Così quando un metallo somministra un solo ossido salificabile, lo indica col nome latino terminato in *icum*; quando può formarne due, il primo, cioè il meno ossigenato, è terminato in o*sum*, ed il più ossigenato in *icum*; e finalmente, quando il metallo forma tre ossidi salificabili, quello di mezzo prende la desinenza *eum*; così p. e. per gli tre ossidi di piombo si direbbe *plumbosum*, *plumbeum*, e *plumbicum*.

263. Gli ossidi poi molto ossigenati che si uniscono agli acidi, sono indicati dalla preposizione *super*, e quelli che non sono ossigenati abbastanza per effettuire questa combinazione, ne hanno un altra *sub*. Così il perossido di piombo verrebbe chiamato *superoxidum plumbicum*; quello di cobalto *superoxidum cubalticum*; *sub-oxidum bismuticum*, il sotto ossido di bismuto, ec. (1).

Quindi Berzelius estendendo i principii della nuova

(1) I *sotto-ossidi* non sono generalmente ricevuti; e si ammettono solamente gli ossidi che possono formare de' sali, cioè le basi salificabili, ed i sopra-ossidi, detti anche perossidi, che possono fare le veci di acidi.

nomenclatura, ed applicando a' nomi degli ossidi quelli che sono stati stabiliti per indicare lo stato di ossidazione più o meno avvanzato degli acidi di uno stesso radicale, ha più vantaggiosamente adattati siffatti principii alla nomenclatura de' sali. (1)

Dopo ciò ecco come Berzelius indica i sali.

Nomi latini.	Nomi italiani corrispondenti.
Sulphas ferrosus	Solfato di protossido di ferro.
Sulphas ferricus	Solfato di perossido di ferro.
Bi-sulphas kalicus	Bi-solfato di protossido di potassio.
Phosphas aluminicus	Fosfato d'ossido di alluminio.
Phosphas bi-alluminicus	Fosfato di ossido di allumio con doppio eccesso di base, *solfato d' ossido d' alluminio bibasico* ec.

Da quanto si è esposto rilevasi che il volere introdurre nomi nuovi puramente speculativi, e lo stesso che rendere il linguaggio chimico più complicato che non lo era nel tempo del suo empirismo. Così il nome di *idrogeno* è improprio, e tale si fu l'altro di *flogogene* datoli da Brugnatelli, mentre quest'ultimo, che indica generatore della fiamma, non appartiene esclusivamente all'idrogeno, perchè anche il gas ossido di carbonio, il cianogeno ec. producono la fiamma, senza che contengono idrogeno. Quel che sarebbe però a desiderarsi si è, che la nomanclatura generale fosse latina e la stessa fra tutte le Nazioni, giacchè presentemente le sole teoriche chimiche sono quasi generalmente le stesse, ma la nomenclatura varia in molti paesi. Così in Napoli il composto di cloro e mercurio chè chiamasi *sublimato corrosivo*, in Londra è conosciuto col nome di *Hydrargyri oxyi-murias;* in Edimbourg, *Murias hydrargyni corrosivus, ec.* (V. *Conspectus des Pharmacopèes de Dublin, d'Edimbourg, de Londres et de Paris.*)

(1) La nomenclatura de' sali, dopo la nuova loro divisione, sarà esposta particolarmente nella *generalità* di questi composti al III. volume.

Ecco come Berzelius, valendosi di sole lettere iniziali che indicano i diversi corpi, e di esponenti per dinotare la quandità de' componenti, perviene ad esprimere brevemente la combosizione delle più complicate combinazioni.

Segni chimici con cui rappresentasi le combinazioni de' corpi.

264. I segni che sonosi immaginati dal Berzelius per indicare per mezzo di formole particolari le diverse combinazioni de' corpi dopo l'analisi, sono stati dedotti dalle cifre iniziali de' corpi semplici, come si vede nel quadro seguente, mercè le quali si rappresentano le loro diverse combinazioni. Così due di essi indicano un composto binario, tre un ternario, ec. il numero poi degli atomi costituenti viene rappresentato da cifre in forma di esponenti, che si pongono a lato di quelle iniziali, dinotante gli elementi o componenti de' corpi. Essi sono:

Al	Allumino	Fo	Fosforo	Pi	Piombo
An	Antimonio	G	Glucinio	R	Rodio
Ag	Argento	Id	Idrogeno	Ra	Rame
Ar	Arsenico	I	Iodo	S	Solfo
Az	Azoto	Ir	Iridio	Se	Selenio
B	Bario	It	Ittrio	Si	Silicio
Bi	Bismuto	L	Litio	So	Sodio
Bo	Boro	Mg	Magnesio	St	Stagno
Br	Bromo	Ma	Manganese	Sr	Strontio
C	Carbonio	Me	Mercurio	T	Tantalio
Ca	Calcio	Mo	Molibdeno	Te	Tellurio
Cd	Cadmio	N	Nickel	Ti	Titanio
Ce	Cerio	O	Oro	To	Torinio
Cl	Cloro	Om	Osmio	Tu	Tungsteno
Co	Cobalto	Os	Ossigeno	U	Uranio
Cr	Cromo	P	Palladio	V	Vanadio
F	Ferro	Pl	Platino	Z	Zinco
Fl	Fluoro	Po	Potassio	Zi	Zirconio (1)

(1) Ne' segni francesi, tratti la maggior parte da quei latini, adottati dal Berzelius, il Rame è segnato *Cu*, il Cloro *Ch*, l' Itrio Y, lo Stagno *E*, l'ossigeno *Ox*, lo strontio *St*, l'osmio *Os*, ed il Piombo Pl.

Con questi segni vengono ora indicate le combinazioni tutte de' corpi, siano binarie, ternarie, o quaternarie, ec. Così p. e. FS dinota un solfuro di ferro; F Se un seleniuro di ferro; F Os un ossido di ferro; St Os un ossido di stagno, ec. Volendo poi con gli stessi segni indicare anche il numero degli atomi costituenti, si pone una cifra in forma di esponente ad un lato della lettera iniziale, e quante volte l'esponente mancasse, allora è segno che i corpi vi sono per un atomo solamente. In fatti se FS indica un semplice solfuro di ferro, composto cioè di 1 atomo di solfo e di 1 atomo di ferro; $FS2$ dinoterà un bi-solfuro di ferro, che contiene 1 atomo di ferro e 2 di solfo; $FS4$ un quatri-solfuro, ec. Così ancora se F Os dinota l'ossido di ferro, ovvero il protossido, formato da un atomo di ossigeno e da un atomo di metallo, F Os 2 indicherà il bi-ossido o deutossido, F Os 3 il triossido o tritossido, ec.

Ma poichè l'ossigeno è il corpo che trovasi contenuto nel maggior numero de' composti, Berzelius ha pensato esprimerlo in una maniera più breve anche nelle stesse formole indicate, aggiungendo solo alle cifre o segni iniziali, invece degli esponenti uno o più punti, secondo che vi ha uno o più atomi di ossigeno. Così in luogo di FOs, FOs2, FOs3, potrà scriversi $F\dot{O}s$, $F\ddot{O}s$, $F\dddot{O}s$ ec. Ed invece di SOs3, Si Os3 per indicare che tanto l'acido solforico quanto la silice racchiudono 3 atomi di ossigeno contro 1 di solfo ed 1 di silicio, si farà $\dddot{O}sS$, $\dddot{O}s\,Si$ cc. Ciò darebbe l'esempio degli atomi del secondo ordine.

Siccome l'acqua entra nel maggior numero de' composti, così Berzelius ha creduto più semplice l'espressione Aq, che l'altra H2 Os ovvero HOs $\frac{1}{2}$.

Allo stesso modo ed in una maniera anche più semplice vengono indicate le combinazioni degli acidi con gli ossidi, mettendo cioè su l'uno e su l'altro i segni che indicano gli atomi de' due composti binari. Così $\dddot{A}l\,\dddot{S}i$, indica un semplice silicato di allumina, che contiene 1 atomo di acido silicico ed 1 atomo di ossido di alluminio,

i quali racchiudono lo stesso numero di atomi di ossigeno, cioè 3 at.

Per comporre poi, dopo queste iniziative i nomi dei sali tutti, avendo riguardo allo stato di saturazione dell'acido coll'ossido, ed a quello di ossidazione del metallo e di acidificazione del radicale dell'acido, non deve farsi altro che adoperare i punti per indicare gli atomi dell'ossigeno dell'ossido e quelli dell'acido, e gli esponenti per dinotare gli atomi dell'acidi e gli atomi dell'ossido. Allora servendosi delle stesse lettere iniziali che dinatano i radicali degli acidi, ed i metalli degli ossidi, aggiuntovi i soli punti per dinotare gli atomi di ossigeno e per conseguenza il grado di acidificazione, si potrebbe con due sole lettere iniziali, e col soccorso dei punti e degli esponenti ottenersi quanto si è detto per la nomenclatura de' sali (1).

Così il silicato di allumina neutro si scriverebbe Si Al; il bi-silicato 2Si Al; il tri-silicato 3Si Al; il silicato basico, Si 1Al; il silicato bi-basico Si 2Al, ed il silicato tribasico Si 3Al. Lo stesso si farebbe per indicare un ipo-solfito, un solfito, un solfato, ed i sali tutti che risultano da altri acidi ed ossidi più o meno ossigenati. Pe' silicati indicati però, si è fatto uso di soli esponenti, perchè sì l'acido silicico che l'ossido di alluminio contengono lo stesso numero di atomi di ossigeno, cioè tre atomi, a dinotare i quali la formola del silicato semplice sarebbe $\dddot{Si}\ \dddot{Al}$; ma dovendo scrivere gli altri sali si dovrebbero usare immancabilmente i punti e gli esponenti. Così $\dot{S}\ \dot{F}$ indicherebbe l'iposolfito di protossido di ferro; $\ddot{S}\ \dot{F}$ il solfito dello stesso protossido, ed $\dddot{S}\ \dot{F}$ il solfato. Allora il ferro contenendo sempre 1 at. di ossigeno ne' tre composti, si segna la sua lettera iniziale F con un sol punto, che potrebbe anche ommettersi; ma se fosse il deutossido dovrebbe segnarsi con due punti, e se il ritossido con tre.

(1) Berzelius però, avendo adottata una nomenclatura latina ha assegnato altre lettere iniziali agli acidi ed alle basi, come potrà riscontrarsi nel suo *Saggio su la teoria delle proporzioni chimiche* ec.

Volendo poi dinotare colle stesse cifre oltre il grado di acidificazione del radicale dell' acido e quello dell' ossidazione del metallo, anche il numero degli atomi di ciascuno per sapere se il sale è neutro, acido, ovvero basico, allora si ricorrerà agli esponenti. Così servendoci degli stessi esempii potremmo colla sola guida degli esponenti algebrici ottener lo scopo indicato. Infatti $\dot{S}\ \dot{F}$ sarebbe l'iposolfito di protossido di ferro; $2\dot{S}\ \ddot{F}$, è l'iposolfito bi-acido di perossido di ferro; $3\dddot{S}\ \dddot{F}$ il solfato triacido di perossido di ferro; $\ddot{S}\ 2\dot{F}$ il solfito bibasico di protossido di ferro; $\dddot{S}\ 3\dddot{F}$ il solfato tribasico di perossido di ferro, e così per gli altri sali.

SEZIONE PRIMA

Dell' Ossigeno.

265. Dopo lo studio degl' imponderabili, perchè l'*ossigeno* è il corpo semplice più generalmente sparso sul globo, ed ha i più grandi rapporti con quasi tutt' i fenomeni chimici, essendo il solo corpo unipolare a cui si sono rapportate le combinazioni e la qualità elettriche di tutti gli altri corpi, debb' essere perciò prima di ogni altro studiato.

L' ossigeno fu scoperto da Priestley nell' Agosto del 1774 (1), che lo chiamò *aria deflogisticata;* e circa tre anni dopo da Schéele, il quale probabilmente ignorava questa scoperta (2). Questi lo distinse col nome di *aria del fuoco;* ma Condorcet ed altri lo chiamarono *aria vitale*, *aria pura*, ed *aria eminentemente respirabile;* e finalmente Lavoisier, che lo esaminò con maggior precisione, gli diede il nome di *ossigino*, derivandolo dalle due voci greche οξυς, *oxys*, acido, γεινομαι, *geinomai*, io genero, quindi generatore di acido, che fu poi nella riforma della

(1) On Air. II. 154.
(2) On Air. and. Fire, Engl. Trans. p. 34.

nomenclatura chimica mutato in quello di *gas ossigeno*, che tuttavia conserva (*V. Nomenclatura* §. 247).

Stato naturale.

L' ossigeno trovasi abbondantemente sparso in natura come principio costituente di tutte le sostanze organiche vegetali ed animali; di tutt' i terreni, degli ossidi metallici, dell' aria, dell' acqua, di quasi tutti gli acidi vegetali e minerali ec.; può perciò supporsi solido, liquido e gassoso, stati in cui si trovano i corpi che lo contengono. Ciò non pertanto per aversi puro non si ottiene che sotto quest' ultima forma, cioè allo stato di gas unito solamente al calorico.

Estrazione.

Varii sono i processi per ottenersi l' ossigeno, ma si preferiscono quelli che lo somministrano più facilmente ed allo stato puro.

1. Si riempia pe' due terzi una piccola storta di vetro lutata, della sostanza conosciuta sotto il nome di *precipitato rosso* (*perossido di mercurio*); si adatti sopra un fornello semplice, ed il suo collo si faccia immergere sotto l' acqua contenuta nell' apparecchio idro-pneumatico, come si vede nella *fig.* 72, descritta al §. 212. Si cominci a riscaldare gradatamente la storta, e si porti la temperatura sino a farne arroventare il suo fondo. Delle prime porzioni di gas che si sviluppono non se ne terrà conto, perchè appartengono all' aria contenuta nella storta; ma quando cominciano a manifestarsi de' globetti di mercurio al collo della storta, o che lo sviluppo delle bolle di gas si succede più rapidamente, si metta la campana B piena di acqua nella direzione del foro della tavoletta per dove passa la sostanza gassosa. Allorchè cessa lo sviluppo del gas, si passi, se si vuole, quello ottenuto nella campana, nella vessica G, nel modo che si è esposto al §. suddetto per sottoporlo agli altri sperimenti chimici.

2. Il processo di Priestley consiste nel mettere in una storta anche lutata in vece del precipitato rosso, quella sostanza che si conosce presso i fabbricanti di vetro col nome di *manganese nero*, o *sapone de' vetrai*, che è un composto di manganese ed ossigeno (*perossido di manganese*); riscaldando però più fortemente la storta, giacchè

questa sostanza per iscomporsi ha bisogno di un azione di fuoco maggiore. Il gas si svilupperà come nel precedente processo, e dovrà raccogliersi con le stesse precauzioni.

3. Secondo Schéele si ha questo gas mettendo in una piccola storta, o in un matraccio col tubo ricurvo (*fig. 81*), la stessa polvere nera di manganese, ed acido solforico in quantità tale che formi una pasta molle. Basta allora riscaldare con una semplice lampada ad alcool il fondo di questi vasi, perchè il gas ossigeno verrà subito ed abbondantemente sviluppato.

4. Si può avere anche questo gas col riscaldare fortemente il nitrato di potassa in una storta di vetro lutata, o di gres.

5. I processi però da preferirsi in un corso di sperimenti chimici, sono quelli del num. 1 e 3; ma il miscuglio di parti eguali di un sale che chiameremo clorato di potassa (*V. art. clorati*), e di polvere nera di manganese, che ho il primo usato da molti anni nelle mie lezioni di chimica, posto dentro una piccola storta non lutata, appena viene riscaldato con una lampada ad alcool, sviluppa sull' istante tutto il gas ossigeno contenuto nel clorato. Lo stesso si ha sebbene con più lentezza, riscaldando fortemente il solo clorato di potassa anche per mezzo della lampada ad alcool: il gas si vedrà sviluppare dopo la fusione del clorato. Quest' ultimo processo però è da preferirsi quando si volesse avere il gas più puro, e per gli sperimenti di ricerca fa duopo raccoglierlo sull' apparecchio a mercurio, §. 213.

Il gas ossigeno ottenuto dal manganese contiene sovente $\frac{1}{11}$ di materia gassosa straniera (1); quello che si ha dal clorato di potassa e raccolta sul mercurio, potrebbe contenere solamente un poco di vapore acquoso, che si separa facilmente introducendo alcuni cilindri di potassa caustica ordinaria sotto della piccola campana che lo contiene.

---

(1) Questo gas è d' ordinario l' acido carbonico che proviene dal carbonato di calce che trovasi nel manganese. Per aversi puro, o si raccoglie l' ossigeno attraverso l' acqua alcalina, o si lava prima con acido idroclorico la polvere del manganese per iscomporre il carbonato indicato.

266. Per conoscere poi la purità di questo gas fa duopo empiere di mercurio una stretta campana di vetro ricurva (*fig. 82*); mettervi una quantità conosciuta di gas ossigeno secco, che occupi almeno la quarta parte della sua lunghezza, e dopo introdurvi, per ogni pollice cubico di gas, un pezzetto di fosforo di mezzo grano in peso, il quale come più leggiero del mercurio si porterà nella sua superficie; facendo dopo in modo che esso vada nella curvatura della piccola campana, ove si è introdotto il gas da esaminarsi. Basta dopo riscaldare con una lampada ad alcool quella parte del vetro ove trovasi il pezzetto di fosforo, perchè si produca con tal mezzo la sua combustione. Allora al momento che il gas comincia a dilatarsi, ed a spinger fuori dal tubo il mercurio, si chiuda col dito o con un sughero l'estremità della piccola campana che trovasi sotto il mercurio, e si continui a riscaldare con la lampada il fosforo, finchè più non si scorge all'oscuro splendore alcuno. Raffreddato il tubo, appena si toglierà il dito o il sughero, il mercurio rientrerà subito nel tubo, e non essendo stato assorbito tutto il gas ossigeno, l'altro gas residuo misurato e paragonato a quello che si era adoperato pel saggio, indicherà il grado d'impurità dell'ossigeno.

Cento grani di clorato di potassa somministrano ordinariamente 114, a 118 pollici cubici di gas ossigeno puro; e due libbre di manganese nero ne danno 48 a 50 litri (1). E volendo rapportare in atomi i risultamenti ottenuti, si avrà che 1 at. di clorato di potassa = 1530, 55 darà dopo la completa scomposizione, 1 at. di cloruro di potassio per residuo, = 930, 55, e 6 at. di ossigeno = 600, 00.

(1) I fenomeni che accompagnano la scomposizione di queste sostanze che somministrano il gas ossigeno, si spiegano facilmente allorchè si consideri, che il precipitato rosso ed il manganese sono composti di ossigeno e di una sostanza metallica (manganese); e siccome l'affinità del primo con questa è superata da quella del calorico che ne esercita una più grande per l'ossigeno, così questo viene separato e sviluppasi in unione del calorico sotto l'aspetto di fluido elastico. Adoperandosi il clorato di potassa puro, l'ossigeno proviene dall'acido clorico, e dall'ossido di potassio, ed il residuo sarà il cloruro di potassio.

Proprietà fisiche.

267. Il gas ossigeno allorchè è puro, è elastico, trasparente, senza odore e senza colore; il suo peso specifico, paragonato a quello dell' aria atmosferica presa per unità, è secondo Kirwan, 1, 000 quello dell' aria, e 1, 203 quello del gas ossigeno; secondo Allen e Pepys 1, 088; e secondo Berzelius e Dulong è di 1, 1026; il peso specifico poi indicato dal Dott. Prout, e che Thomson reputa come il più esatto, è di 1, 111 (1). Dopo quest' ultima supposizione, un decimetro cubico di questo gas alla temperatura di 16 centigradi, sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio, peserà 1 gr., 339.

L' ossigeno è fra tutt' i gas quello che rifrange il meno la luce. La sua refrazione assoluta (§. 77), sta a quella del gas idrogeno, secondo Biot ed Arago, come 1, 958, e secondo Dulong, 0, 924, a 1,000. Paragonato ad un egual peso di acqua, il suo calorico specifico è a quello di quest' ultima nella proporzione di 0, 252 : 1, 000. §. 220.

L' ossigeno è uno de' primi corpi *elettro-chimici-negativo* ovvero *vitro-polare*, il quale si porta costantemente al polo positivo della pila di Volta. Il peso di un atomo di questa sostanza, presa per unità, è secondo Berzelius 1000, 00 (2).

Questo gas è quello che con la compressione sviluppa, oltre del calorico, maggior quantità di luce, come ha osservato il Saisy. Lo sperimento è facile ad eseguirsi, dappoichè basta introdurre il gas ossigeno in un forte cilindro di cristallo chiuso in una parte da una virola di ottone, perchè comprimendo il gas con lo stantuffo contro il fondo del cilindro, si vedrà lo sviluppo di molta luce. Questa proprietà la possiede ancora l' aria atmosferica (§. 73) ed il cloro, ma non in quel grado sì eminente come il gas ossigeno.

Proprietà chimiche.

268. Il gas ossigeno è assorbito in piccola quantità dall' acqua. Secondo gli sperimenti del Dott. Henry, que-

(1) Annales of Philosophy VI. 322.
(2) Essai sur les proportions chimiques p. 65.

sto fluido a + 60 del term. Fhar. ne assorbe appena $\frac{1}{27}$ del suo volume, qualunque sia la densità del gas. Esso è fra gli altri gas il più atto a mantenere la combustione, percui le sostanze infiammabili vi bruciano con più vivacità che nell' aria atmosferica.

Avendo più tubi di cristallo pieni di gas ossigeno col mezzo che abbiamo già descritto, vi si possono intrapendere i seguenti sperimenti:

1. Introducendo in uno di questi tubi, dopo averne appena tolto il turatore, un filo metallico alla cui estremità vi sia attaccata una piccola candela di cera accesa, questa vi brucerà con grande energia; e se lo sperimento si farà in altro modo, spegnendo cioè col soffio la stessa candela, lasciandovi però dopo soltanto una piccola favilla nel suo lucignuolo, immergendola subito in un tubo anche pieno di questo gas, la candela si vedrà accendere nuovamente con leggiero scoppio, e vi brucerà con maggiore energia di prima.

2. Se in un altro tubo pieno di gas ossigeno s' introduca un filo finissimo di ferro fatto a spira, ed attaccato ad un sughero che possa addattarsi all'orificio del detto tubo, e che abbia un pezzetto di esca nella sua estremità precedentemente accesa; questo filo metallico vi brucerà con una luce brillantissima, lanciando molte scintille, ed il ferro combinato al gas si vedrà fondere in tanti globetti che cadranno nel fondo del tubo. È buono lasciare un poco di acqua nel tubo prima dello sperimento, onde impedire che si rompa pei globetti di metallo fuso che vi cadono.

3. Un piccolo cilindro di carbone attaccato ad un filo metallico, e fissato egualmente in un pezzo di sughero, se si accenda nella sua estremità, e quindi s' immerga nel tubo pieno di gas ossigeno, si avrà anche una più viva combustione accompagnata da molte scintille.

4. Quando si metta un pezzo di fosforo sopra un piccolo sostegno che poggia su la tavoletta del tino pneumatico, e sollecitamente si covra con una campana piena di gas ossigeno; introducendovi per l' apertura del suo robinetto un filo di metallo riscaldato, finchè tocchi il pezzo di fosforo, si vedrà produrre una delle più

brillanti combustioni, la cui luce sarà così viva, come quella del disco del sole, in modo che l'occhio potrà appena guardarla.

Se poi in questo sperimento, appena toccato il pezzo di fosforo, con la massima destrezza si cacci il filo di metallo, e si chiuda subito il robinetto, si potrà conoscere che il gas ossigeno durante la combustione di un corpo viene fortemente assorbito, per cui diminuisce considerevolmente di volume. In fatti, il primo effetto della combustione del fosforo produrrà una pressione sull'acqua che trovasi in contatto dell'orificio della campana di cristallo; ma quando la combustione sarà finita, e la campana raffreddata, l'acqua del tino verrà assorbita nell'interno della sua cavità, occupando essa il posto del gas, il quale avendo formato col fosforo un composto solubile nell'acqua, questo non potrà occupare un volume molto sensibile. Lo stesso, ma con più precisione, si ravvisa col mezzo che abbiamo descritto onde conoscere la purità di questo gas anche col fosforo, ed operando sull'apparecchio a mercurio (§. 266.).

Siccome da quanto abbiamo esposto resulta, che queste combustioni avvengono con grande assorbimento di gas ossigeno, è naturale dedurne lo sviluppo simultaneo di una gran quantità di calorico e di luce; la quale sarà sempre proporzionata all'affinità dell'ossigeno pei corpi ossigenabili, ed allo stato che questo affetta ne' composti che ne resultano. (V. *Combustione*).

Noi conosceremo in seguito la natura di questi composti, ed i fenomeni descritti serviranno solo a confirmare la necessità dell'ossigeno nel produrre la combustione di molti corpi.

Questo gas oltre di essere importante per la combustione, si rende indispensabile ancora alla respirazione; ed è all'ossigeno unicamente che son dovute le proprietà respirabili dell'aria atmosferica, in essa contenuto, mentre all'infuori di questo gas non ve ne ha altro che possa mantenere la vita degli animali.

Quantunque sia provato che alcuni animali vivono più a lungo in un vaso pieno di gas ossigeno, che in un altro simile pieno di aria atmosferica, pure quando que-

sto gas si respira lungamente e solo, cagiona negli organi respiratori un irritazione sì grande, che produce inevitabilmente la morte, come resulta dagli sperimenti fatti a questo proposito dal Conte Marrozzo e da altri fisiologi distinti. Quì però credo opportuno far osservare che l' irritazione prodotta non va dovuta al gas ossigeno, ma sivvero al gas carbonico che si forma o che si esala, come lo pretende Edwards, nel tratto della respirazione, gas che per se stesso è micidiale. Quindi gli effetti prodotti non possono attribuirsi, come a prima vista sembra, esclusivamente all' ossigeno; dappoichè quando si obbliga un animale respirare isolatamente questo gas, non se ne puole evitare l' assorbimeuto, ed insiemamente la produzione di un altro gas irrespirabile.

Della combustione.

269. Un fenomeno il più importante che ha formato sempre un problema difficile in chimica, e che non cesserà di esserlo, malgrado i luminosi progressi di questa scienza, è quello appunto che appartiene alla teoria della *combustione*. Le varie opinioni finora emanate da' più celebri chimici su di questo argomento, han prodotto sovente delle grandi innovazioni nelle teorie chimiche; ma il disparere sommo che fra i moderni vi regna, rende ancora incerta la spiegazione della vera cagione che produce i fenomeni della combustione. Esporremo perciò le diverse ipotesi, e particolarmente quella che oggi è divenuta la più probabile, dietro le applicazioni più generalmente fatte delle dottrine elettriche a' fenomeni chimici, affinchè possa conoscersi il vero stato progressivo de' cambiamenti sinora avvenuti nella spiegazione de' fenomeni della combustione.

Istoria ed ipotesi su la combustione.

270. La *combustione* portava presso gli antichi il nome di *fuoco abbruciante*, che supponevasi fissarsi ne' corpi che la subivano. Il Dott. Hooke fu il primo che nel 1665 in un trattato *De Micrographie*, espose alcune idee su la combustione. Egli suppose nell' aria l' esistenza di un principio simile a quello fissato nel nitro, che comunicavasi

a' corpi allorchè venivano fortemente riscaldati, producendo così lo sviluppo del *fuoco*, il quale poi diveniva più energico quando l'aria era rinnovata co' doppii mantici.

Ipotesi di Maiow.

271. Majow di Oxford, dieci anni dopo adottando esclusivamente la teoria di Hooke su la combustione, in un opuscolo intitolato *De sal-nitro, et spiritu nitro-aereo*, altro non fece che estenderne maggiormente le conoscenze. Egli chiamò *spiritus-nitro-aereus* il principio supposto da Hooke nell' aria, e lo credeva formato di molecole di una tenuità somma, le quali allorchè venivano poste in un movimento rapido, producevano lo sviluppo del fuoco (oggi calorico e luce); e la sensazione del calore solamente allorchè il moto era meno celere.

Ipotesi di Sthal.

272. Nell'atto che la precedente teoria aveva apportate delle grandi innovazioni nella spiegazione de'fenomeni chimici, il celebre Sthal ne propose un altra molto più ingegnosa e sistematica; la quale, sia per la semplicità con cui adattavasi a spiegare tutt' i fenomeni chimici fin' allora conosciuti, sia perchè poggiava sopra principii più convincenti, venne in breve tempo adottata e sostenuta nelle prime scuole di Europa. Questa teoria, che era stata prima proposta da Becher maestro di Sthal, ma in un modo più vago, conciliavasi sì fattamente coi fenomeni chimici, che l' inventore fu salutato col nome di *fondatore della teoria della combustione.*

Il questa nuova teoria il principio *nitro-aereus* di Maiow, e la *terra infiammabile* di Becher, furono dallo Sthal cambiati in *flogisto*. Egli ammise che quando i corpi erano atti a manifestare fenomeni di combustione, dovevano considerarsi come *flogisticati*, ed allorchè essi non producevano questi fenomeni, sia perchè ne erano privi, o perchè lo avevano già sviluppato durante la loro combustione, dovevano considerarsi come *deflogisticati.*

Ipotesi di Maquer.

273. Maquer, che aveva in quell' epoca arricchita la scienza di non poche importanti scoverte, conobbe un vizio sensibilissimo nella teoria di Sthal; e persuaso dalle idee di Newton, che la luce era un corpo, gli sembrò

cosa assurda l' essersi fatto di essa una semplice proprietà del *flogisto*. Per quanto però Maquer avesse allora ingegnosamente considerato il flogisto come la stessa cosa che la luce fissata ne' corpi, pure la sua ipotesi non fu generalmente adottata; ma poichè Blak aveva già provato che il calorico era anch' esso un corpo, siccome la luce ed il calorico si sviluppavano simultaneamente nella combustione, non poteva più sostenersi la ipotesi del flogisto, nè considerar questo come la stessa cosa che la luce solamente.

Ipotesi di Lavoisier.

274. Il celebre Lavoisier, che era occupato a meditare su le scoperte altrui, conobbe tutta l'importanza di una teoria esatta su la combustione, per la spiegazione de'fenomeni chimici i più interessanti; e trovando insussistenti e contrarii al fatto i principii stabiliti dallo Sthal nella teoria flogistica, distruggendo questa intieramente, ne presentò una tutta sistematica, degna veramente di avvicinare a se gli uomini dotati di vero spirito filosofico. Egli provò con decisivi sperimenti, che quei corpi i quali si espongono alla combustione, in vece di perdere alcuna sostanza come supponeva Sthal, assorbiscono, aumentando di peso, un principio gassoso e ponderabile contenuto nell' aria; e questo perchè capace di produrre l' acidità nella maggior parte de' corpi fu da lui chiamato *ossigeno*.

I corpi allora che potevano combinarsi all' ossigeno furono chiamati *combustibili*; quelli che ne divenivano saturi nel tratto della combustione, o che non vi si potevano combinare, si dissero *incombustibili* o *bruciati*; ed il calorico finalmente che sviluppasi durante l' operazione, era quello stesso che l' ossigeno lasciava nella sua scomposizione allorchè si fissava al corpo combustibile.

In questa teoria anti-flogistica però si cercò spiegare solamente lo sviluppo del calorico, e non quello della luce. Lavoisier credè trovarvi una ragione plausibile, ammettendo nel gas ossigeno il calorico e la luce; ma i forti argomenti addotti contro tale ipotesi la fecero divenire non molto probabile.

275. Lo stesso Lavoisier, ed altri fisici dopo di lui, cercò far dipendere lo sviluppo del calorico nella combustione

dall' avvicinamento delle molecole; ma questa spiegazione non potea essere certamente applicabile in tutt' i casi, dappoichè nella combustione p. e. del carbone nel gas ossigeno, non vi ha affatto condensazione di questo gas, anzi il carbone dallo stato solido passa a quello di gas, e frattanto il calorico che si sviluppa è considerevole. Si pensò da' fisici che il calorico specifico del gas acido carbonico prodotto fosse stato minore di quello de' suoi elementi, e che quindi a questa differenza andava dovuto lo sviluppo del calorico; ma quando si venne a provarlo col fatto, si trovò dietro sperimenti i più esatti, che tale differenza era appena sensibile.

Dopo questi e molti altri fatti analoghi, Davy e Berzelius ne dedussero, che l'origine dello sviluppo del calorico e della luce nelle combustioni non poteva essere più sostenuta; e che a ciò maggiore appoggio davano i più recenti sperimenti di Dulong e Petit, da' quali resultava, che nel maggior numero de' casi la perdita del calorico nel momento in cui aveva luogo una combinazione dopo la combustione, non era seguita da alcuna diminuzione nella capacità de' composti che ne resultavano.

Ipotesi di Brugnatelli.

276. Brugnatelli, celebre Pr. di chimica a Pavia, fu il primo a soddisfare questa obiezione in una maniera più ingegnosa. Egli supponendo, presso a poco come Lavoisier, il calorico e la luce contenuti nell'ossigeno, ammise che questo gas poteva combinarsi a' corpi in due modi differenti; o ritenendo la quantità di calorico *concreto* e di luce, lasciando quello che lo manteneva allo stato di gas, o sviluppando tutte le quantità di questi fluidi: nel primo caso lo disse *termossigeno*, e nel secondo chiamollo *ossigeno*. Così quando la combustione era *termossigena*, veniva accompagnata da poco sviluppo di calorico, ed era seguita da svolgimento di molto calore e luce allorchè era *ossigena*. I metalli combinandosi *al termossigeno* formavano ossidi, e le altre sostanze unendosi all'*ossigeno* mutavansi in acidi. I primi furono perciò chiamati corpi *termossigenabili*, e gli ultimi *ossigenabili* (1). Questa ipotesi spiegava in un certo modo con più

(1) Ann. de Chim. XXI, 182.

facilità la cagione dello sviluppo della luce, ma siccome in molte circostanze si rendea oscura come le altre, perciò non venne adottata dai chimici. Essa però non lascia di essere una delle ipotesi molto ingegnose per la conosceuze chimiche di quei tempi, ed è certamente di grande onore pel nostro celebre chimico Italiano (1).

Ipotesi di Thomson.

277. Qualche tempo dopo, Thomson cercò rimediare a queste obiezioni, considerando la luce come esistente nei corpi combustibili, e che qualora questi potevano combinarsi con la base dell' ossigeno allo stato di gas, o con quella di un altro sostegno della combustione, il calorico si sviluppava unitamente alla luce contenuta nel combustibile, e l' ossigeno o l' altro corpo sostegno si fissava sul combustibile medesimo, somministrando un *prodotto*. Egli stabilì la sua ipotesi su questa legge: che la quantità di calorico che sviluppasi nella combustione è sempre proporzionata alla quantità del corpo sostegno che si combina al corpo combustibile. Ma ciò non si avvera in tutt'i casi, nè lo stesso avviene relativamente alla luce, giacchè l' idrogeno p. e. si combina all'ossigeno in una proporzione maggiore degli altri corpi, ed in questo caso lo sviluppo del calorico è superiore a quello che potrebbesi produrre con tutti gli altri mezzi, mentre lo svolgimento della luce è molto debole.

Questa opinione fu anche prima emanata da Maquer, e da Grén (2), ma perchè il primo considerava la luce fissata ne' corpi combustibili come la stessa cosa che il flogisto, vi fu data perciò poca importanza (3).

Ipotesi di Berzelius.

278. Tale però non è stata la spiegazione che il celebre chimico Svedese, Berzelius, ha saputo dare allo sviluppo della luce nella combustione. Questi spingendo più oltre le sue viste ingegnose, considerò la combustione co-

(1) Jour. de Chim. de Van Mons. Vol. II et III.

(2) Grén rendendo alla combustibilità un corpo *materiale*, ammise che la luce combinata con un corpo lo rendeva combustibile, e che, durante l' ossidazione, essa si sviluppava e si combinava col calorico sviluppato dal gas ossigeno assorbito.

(3) Thomson System. de Chim. I, 169.

me dipendente dalle due elettricità opposte contenute nei corpi, le quali aumentano di forza a misura che si avvicinano ad una più alta temperatura in cui la combinazione ha luogo; nel cui atto, le elettricità spariscono, producendo una elevazione di temperatura sovente sì grande da paragonarsi a quella dello stesso fuoco.

Egli ritrasse questa teoria da varii sperimenti eseguiti sull'oggetto, non che dalla certezza cui si ha, che tutt'i corpi composti, come i sali, gli acidi, gli ossidi ec. esposti sotto una forma convenevole all'azione del fluido elettrico, prodotto dalla scarica della pila, sono separati o scomposti, acquistando le loro prime proprietà chimiche ed elettriche, nello stesso tempo che le elettricità le quali agiscono su di essi spariscono. (§§. 159, 172 e 173).

279. Kunkel aveva già osservato, che lo zolfo riscaldato co' metalli vi si combina producendo sviluppo di calorico e di luce, senza esservi fissazione di ossigeno. Un tal fatto obliato dopo i primi tempi della chimica antiflogistica, fu esaminato più attentamente da Dieman, Toostwyk, Riewland, e Lauremburg (1); i quali avendo riposto in un matraccio di vetro 3 parti di limatura finissima di rame, ed una di zolfo puro (2), osservarono che non appena il miscuglio venne riscaldato, si produsse una violenta infiammazione, ed il composto si trovò privo affatto di ossigeno. Questo fenomeno, che può esser prodotto anche in contatto di un gas inetto alla combustione, o sotto dell'acqua, e che ha luogo costantemente allorchè si combina lo zolfo, il selenio, il bromo ed anche il fosforo a'metalli, non venne spiegato in alcun modo, e Brugnatelli si contentò solo chiamarlo *combustione vampeggiante*, senza darvi altra ragione.

280. Varie spiegazioni furon date dopo a siffatto feno-

(1) Journal des mines, num. 2. p. 85.

(2) Ho prodotto molte combustioni simili, adoperando in vece del rame, il ferro, l'antimonio, lo bismuto, lo zinco, e molti altri metalli. È duopo però riscaldare più fortemente il miscuglio di zolfo con taluni di questi corpi, impiegando almeno 4 parti di zolfo sopra 1 di limatura de' suddetti metalli. La combustione ottenuta con lo zinco è accompagnata da luce vivissima color rubino. (V. l'azione dello zolfo sopra ciascun metallo in particolare).

nieno, ma Berzelius considera questa combustione come la stessa di quella nascente dalla combinazione di un metallo coll' ossigeno; anche perchè l'esperienza ha provato che in diverse combinazioni chimiche si sviluppa molto calorico, e nella saturazione delle affinità le più forti la temperatura sale sovente sino al fuoco incandescente, di maniera che le più deboli affinità non fanno che innalzare appena la temperatura. (§. 173). Così p. e. noi sappiamo, che facendo agire l'acido solforico concentrato su la magnesia caustica o calcinata, la combinazione ha luogo, elevandosi la temperatura al punto da far divenire incandescente il miscuglio. Lo stesso succede riscaldaudo l'ossido verde di croma al rosso; cioè che brucerà con grande energia, senza aumentare di peso.

281. Dietro questi ed altri fatti, Berzelius fu indotto a considerare la teoria anti-flogistica della combustione, come la combinazione de'corpi accompagnata dallo sviluppo di calorico e luce, ossia dal fuoco; effetto, che non appartiene unicamente all' ossigeno, dappoichè in circostanze favorevoli può aver luogo nella maggior parte delle combinazioni de' corpi. La luce ed il calorico poi che si sviluppano, non dipendono nè da un cambiamento di densità ne' corpi, nè da un minor calorico specifico nel nuovo prodotto, essendo il calorico sovente così grande, da sorpassare anche quello de' diversi elementi riuniti.

Le cagioni dello sviluppo della luce vengono in questa nuova teoria spiegate anche con probabilità maggiore, sì perchè in molte circostanze la luce accompagna costantemente una elevazione di temperatura, sì perchè non è ancora ben provato se il calorico e la luce sieno realmente due corpi distinti, o che il calorico fosse una modificazione della luce, e questa una modificazione del calorico.

282. Ora da quanto si è detto sembra che nello stato attuale delle conoscenze chimiche non possa più intendersi per combustione un *fenomeno dipendente unicamente dalla fissazione dell' ossigeno*, potendo essa avvenire senza che questa vi prendesse parte, ma che il fenomeno derivi unicamente da cagione lettrica; e che siccome in tutte le combinazioni vi ha neutralizzazione delle due elettricità opposte, così questa neutralizzazione può produrre il fuo-

co, cioè lo sviluppo di calorico e di luce, nello stesso modo che si manifesta nella bottiglia di Leyden, nella pila elettrica e nel fulmine. Dopo ciò potendosi in molte combinazioni chimiche produrre una intensità di neutralizzazione elettrica tale da elevarsi la temperatura al grado da far divenire luminoso il corpo, la espressione di *sostegni di combustione* non sembra più necessaria a dinotarla, potendo la maggior parte de' corpi, oltre di quelli prima ammessi come tali, divenir sostegni di combustione. Il risultamento però di questa operazione debba esser sempre una *combinazione chimica*; e che qualora questa combinazione avviene senza sviluppo di calorico e luce, non può a rigore il fenomeno dirsi *combustione*, ma semplice *combinazione*, ancorchè la cagione che lo produce fosse la stessa. L' ossigeno allora combinandosi co' corpi combustibili dà luogo a due specie di composti; i primi sono insipidi, per la maggior parte insolubili nell' acqua, e si chiamano *ossidi*; gli altri hanno un sapore più o meno acido, sono più solubili in questo liquido (ad eccezione di pochi che non vi si sciolgono), e si dicono *acidi*; ed i composti ottenuti con l'azione degli altri sostegni sui metalli, o su le sostanze combustibili non metalliche ec. saranno de' *cloruri*, se il cloro fa da sostegno, *ioduri* se è il iodio, *seleniuri* se il selenio ec. (Berzelius, *Essai des proportions chimiques p. 36 e 73*, Dulong e Petit, *Ann. de chimie et de Phisique, t. X. p. 395*) (1).

283. Dietro tali vedute la parola *combustibile* non potrebbe altrimenti esser sostenuta che ammettendo i corpi *comburenti* o *sostegni della combustione*, dappoichè gli stessi corpi comburenti sono anche combustibili; e perchè tutti quanti sono capaci combinarsi all'ossigeno, abbiam preferita l'espressione di *ossigenabile* come la più estesa e generale. Il nome poi di corpi *elettro-negativi* dato agli stessi corpi *ossigenabili*, detti prima corpi *combustibili*, indica

(1) La teoria di Berzelius che ora è divenuta la più plausibile, e che i più celebri chimici d' Europa hanno già adottata, solamente non è sostenuta da coloro i quali riguardano il fluido resinoso o negativo non come una sostanza distinta, ma come la privazione di una parte dell' elettricità che un corpo possiede nello stato neutro (*Thomson System. I. 192*).

che sono sempre tali in rapporto all' ossigeno solamente; ritenendo però, come ora è esattamente stabilito, che essi possono fra loro essere reciprocamente positivi e negativi; il che ci mostra che le loro proprietà *elettro-chimiche* cambiano con la *combinazione chimica* fra loro, come lo abbiamo estesamente dimostrato nel trattato dell' elettricismo.

Della fiamma.

284. Gl' importanti sperimenti di Davy sulla fiamma, che lo condussero alla invenzione della lampada di sicurezza, debbono seguire la teoria della combustione, atteso i grandi rapporti che essi hanno coi fenomeni di quest' ultima.

La fiamma secondo Davy, è una materia gassosa riscaldata al punto da divenir luminosa, e che la sua temperatura sorpassa quella del calor bianco de'corpi solidi. Si dimostra ciò facendo vedere che l' aria senza esser luminosa può comunicare questo grado di calore ad un filo sottile di platino, tenendolo alla distanza di un ventesimo di pollice circa dalla fiamma di una lampada ad alcool, coll' attenzione di covrire questa fiamma con un corpo opaco: il filo metallico diverrà bianco coll' effetto del calore, ancorchè si trovasse in un luogo in cui non vi ha luce visibile.

La temperatura di una fiamma è più elevata alla superficie esteriore che al centro. In fatti, può mettersi la polvere da sparo nello interno della fiamma senza che si accenda.

285. Vi sono molte combinazioni di corpi gassosi fra loro e coi metalli che avvengono senza sviluppo di luce, ma che la temperatura può essere portata sotto il calor rosso. Tali sono le combinazioni di ossigeno ed idrogeno, di ossigeno e di cloro, coi metalli ec. La temperatura della fiamma essendo superiore a quella che si richiede per l'ignizione de' corpi solidi, ne segue che alcuni di questi possono divenire incandescenti, o riscaldandoli ad un alta temperatura, oppure immergendoli, allorchè sono riscaldati, in un miscuglio di gas infiammabile ed ossigeno o di aria atmosferica. Quando si adoperano fili sottilis-

simi di platino, di palladio ovvero di rame argentato, il miscuglio dei suddetti gas non viene infiammato, essendo la temperatura molto debole per fare divenire i gas luminosi; ma la quantità di calorico che si sviluppa dalla combinazione lenta dell' ossigeno col gas infiammabile, è sufficiente a mantenere questi fili metallici nello stato d' ignizione. Così quando uno de' fili sudetti divenuto rovente al calore d' una lampada ad alcool s' immerge subito in un poco di etere contenuto in un bicchiere, ma in modo che non giunga a toccarlo, si vede splendidissimo, quasi di un rosso bianco, mantenendosi in questo stato fino a che non vi sarà una quantità sufficiente di vapore di etere e di aria atmosferica. (*Ann. de Chimie et de Physique, T. VI, p. 337*, e *347*).

Lo stesso Davy variò questo sperimento in un altro modo. Fece una spira di filo di platino, e la pose verticalmente su di un luccignuolo di cotone di una lampada ad alcool, per mezzo del filo (*fig. 84.*) anche di metallo: allorchè il filo era divenuto incandescente smorzò la fiamma e la spira proseguì in questo stato di temperatura, sino a che non vi fu più alcool nella lampada (1).

286. Lo sviluppo della luce nella fiamma suole essere intenso, allorchè questa trovasi in contatto di una materia solida e fissa. In fatti, quando si brucia lo zolfo, il gas idrogeno, il gas ossido di carbonio ec. nell' aria o nel gas ossigeno, non si ottiene che una debole luce; ma se in mezzo della fiamma mettasi della tornitura di zinco, ovvero dell' amianto questo acquisterà uno splendore assai più forte. Può ciò provarsi, fissando un tubo dritto col sughero su di una bottiglia che contenga un miscuglio di acqua, acido solforico, e piccioli pezzi di zinco o limatura di ferro; il gas idrogeno che si sviluppa dall' estremità del tubo, acceso con una candela in combustione, non manifesterà che poca luce; ma se

(1) Non appena questa brillante scoperta fu annunziata da Davy ch' io mi accinsi a ripetere gli sperimenti con eguale successo, facendo uso de' fili sottili di rame argentato in mencanza di quei di platino (*V. il mio Corso Elementare di Chim. del 1823, V. I. p. 192*).

in quella parte ove il gas brucia si metta dell' amianto, o de' fili sottili di rame, questi corpi diverranno incandescenti, e quindi il gas parrà più luminoso di prima.

Dietro tali fatti si rende facile lo spiegare, perchè quando si brucia una corrente di gas *idrogeno carbonato* o di vapore di *etere solforico* la luce è molto brillante, ed è meno intensa allorchè il gas trovasi mescolato ad una certa quantità di aria; perchè nel primo caso si depone nell' interno della corrente del gas una quantità di carbone, che fa le veci della materia fissa, e nell' ultimo non vi ha che la semplice combustione della sostanza gassosa.

287. Dietro questo principio si spiega il massimo di luce che siasi sinora prodotto facendo arroventare la calce col diriggervi un getto di alcoole infiammato per mezzo di una corrente di gas ossigeno. Questa importantissima scoperta venne fatta da alcuni armajoli che lavoravano alla Torre di Londra, e pubblicata nel *Morning-Post* del 28 Aprile 1826. Fu stimata la intensità di questa luce ad 80 volte maggiore di quella ottenuta dalla lampada de' smaltatori. Ma dopo sostituendo alla fiamma dell'alcool un getto infiammato di gas ossigeno ed idrogeno compressi, nelle proporzioni che si combinano per formar l'acqua, si ebbe un effetto di gran lunga superiore al primo ottenuto col solo alcoole ed ossigeno. Questa nuova luce intensissima, venne dopo applicata a' fanali di mare, e se ottennero effetti sorprendenti. I pezzi di calce caustica debbono essere di 20 a 30 granelli di peso, ed ogni mezz' ora sostituirne de' nuovi. Fa duopo però che i due gas si facciano prima attraversare un sistema di minute reti metalliche, e quindi pe' tubi capillari, lunghi almeno 2 piedi, nella cui estremità poi si accende, per evitare che la combustione del mescuglio detonante nonsi comunichi nel serbatojo. (§. 289).

288. La fiamma si spegne quante volte si abbassa la temperatura: basterà mettere un pezzo di metallo su di una candela ordinaria accesa perchè la sua combustione si diminuisca. Quì una quantità grande di carbone è portato via dal gas che non si brucia per mancanza della

quantità necessaria di calorico, che è quello si manifesta sotto l' aspetto di un fumo più o meno denso.

289. Davy avendo conosciuto che un miscuglio di gas detonante, come quello di ossigeno ed idrogeno, quando passava attraverso un tubo capillare, accendendosi la combustione non si comunicava nel serbatoio che conteneva i due gas, perchè la temperatura della fiamma diminuiva al punto da non essere più luminosa, pensò che diminuendo il diametro de' tubi, si avrebbe potuto formare una tela metallica molto stretta, per mezzo della quale la fiamma non passerebbe attraverso le sue piccole aperture, attesochè la sostanza metallica ne abbassava la temperatura. Vi riuscì di fatti, e si vide che il gas della fiamma più non bruciava nella superficie della rete metallica, ma che s' infiammava allorchè in quel punto si accostava una candela accesa. Osservò ancora che l'abbassamento di temperatura è sempre proporzionato alla picciolezza delle aperture della tela, ed al diametro del filo metallico che la forma; e che il potere del tessuto sulla fiamma dipende dal calore necessario per produrre la combustione, messo in paragone di quello acquistato dal tessuto medesimo. Che per conseguenza la fiamma delle sostanze le più ossigenabili, e di quelle che sviluppano maggior quantità di calorico nella combustione, passa attraverso di quello stesso tessuto metallico che intercetta la fiamma delle sostanze meno ossigenabili, o l'altro di quei corpi che bruciando sviluppano poco calorico; e che il tessuto essendo lo stesso ed impermeabile a tutte le fiamme alla temperatura ordinaria, quelle delle sostanze le più ossigenabili e de' corpi che producono più calore lo attraversano con maggior prontezza quando è stato riscaldato, e ciascuna fiamma ad un grado differente di temperatura.

Che quindi una tela di fili di metallo di un sessantesimo di pollice di spessezza avente 100 aperture per ogni pollice quadrato, lascia passare alla temperatura ordinaria la fiamma del gas idrogeno, ma non lo permette a quella dello spirito di vino, se non che quando la tela è fortemente riscaldata: ed allorchè è arroventata al rosso, non intercetta la fiamma dell'idrogeno; ma arresta quella dell' idrogeno bi-carbonato; che un' altra tela riscaldata la

quale permette la combustione del gas idrogeno bi-carbonato e di aria, non trasmette quella di un miscuglio di aria e del gas infiammabile, che si sviluppa dalle miniere di carbon fossile (gas idrogeno carbonato); che un filo di ferro di $\frac{1}{40}$ di pollice di diametro riscaldato al rosso, nel mentre che non infiamma il gas idrogeno carbonato, accende il gas idrogeno semplice; che un altro filo di ferro di $\frac{1}{7}$ di pollice, riscaldato al rosso infiamma il gas idrogeno bi-carbonato ed il gas idrogeno; ed in fine, che un'altro di $\frac{1}{40}$ di pollice ancorchè fosse riscaldato al bianco non accende il gas infiammabile delle miniere. (*Ann. de Chimie et de Phisique T. IV. p. 338*).

290. Fu dietro siffatte osservazioni che Davy giunse a formare la sua *lampada di sicurezza*, la quale certamente non pochi e grandi vantaggi ha arrecato agli operai delle miniere di carbon fossile, i quali spesso solevano restare vittima delle esplosioni, che avvenivano per la combustione del gas infiammabile mescolato all'aria ivi contenuta. Questa lampada si costruisce con una tela cilindrica fatta di fili di ferro di $\frac{1}{40}$ a $\frac{1}{60}$ di pollice di diametro, di modo che contenga 750 aperture circa per ciascun pollice quadrato, e per mezzo di una vite si fissa su di una picciola lampada ordinaria ad olio. La sua altezza, cioè quella del cilindro di tela può essere di 8 in 12 pollici, e nella parte superiore debbe esser chiusa da un altro pezzo della stessa tela metallica. La *fig. 85.* rappresenta tutto l'apparecchio. A è la tela cilindrica chiusa in B, e raddoppiata in *cc*, *dd*; C è la picciola lampada ad olio, la quale si avvita in XX sotto la tela metallica, e D rappresenta un piccolo tubo adattato alla lampada, pel quale si mette l'olio, e che poi si chiude con una vite di metallo.

Allorchè questa lampada è accesa, diffonde una luce presso a poco simile a quella delle candele ordinarie. Venendo introdotta in un miscuglio di aria e gas idrogeno carbonato, questi gas vi bruciano lentamente nell'interno senza che la fiamma si comunicasse nell'esterno, perchè raffreddata dalla sostanza metallica della tela.

291. Onde maggiormente convincersi di questi fatti può eseguirsi il seguente semplicissimo sperimento: In fondo di un tubo di vetro alto sei in otto pollici, e del

diametro di mezzo pollice solamente, si metta un poco di etere, e si riscaldi con una lampada ad alcool finchè cominci a volatilizzarsi : se in questo mentre un filo sottile di rame argentato ovvero di platino a spira, s'immerga nel vapore dell' etere, accaderà che nell' oscuro si osserva lo sviluppo di molta luce, senza che l'etere si accenda; ciò che prova che il calore del filo di rame non è sufficiente ad infiammare il vapore dell' etere. Ma se il filo metallico si raddoppii in giri o se ne adoperi altro di maggiore spessezza, fatto arroventare e tuffato immediatamente nel vapore etereo, questo verrà istantaneamente infiammato.

Lo stesso può provarsi in un altro modo. Si faccia sviluppare da una bottiglia per un tubo dritto il gas infiammabile, e dopo essersi questo acceso si metta sotto di una campana posta sul piatto della macchina pneumatica ; a misura che si farà il voto nella campana la fiamma si vedrà dilatare, poi diminuire, e quindi spegnersi, allorchè la pressione sarà diminuita di 7 ad 8 volte il volume dell'aria, cioè quando trovasi 7 ad 8 volte più rarefatta di prima, e per conseguenza si diminuirà la quantità di calorico necessaria per mantenere la combustione del gas. Se poi si metta un filo di platino all' estremità del tubo da cui sviluppasi il gas infiammabile, e quindi si accenda, mettendo egualmente l'apparecchio sotto della campana come nello sperimento precedente, ne avverrà che appena cominciasi a fare il vôto, il filo di platino diviene rovente al bianco, e si mantiene in questo stato fino a che la rarefazione non sarà giunta a sei volte, continuando ad esserlo anche fino a dieci volte; allora poi quantunque la fiamma del gas si spegnesse, il filo di metallo si manterrà di un rosso-oscuro, e quella brucerà nella parte che trovasi in contatto col filo riscaldato. La combustione cesserà di aver luogo quando la rarefazione sarà tredici volte più grande.

In questo sperimento il filo di metallo conserva una quantità di calorico tale da comunicare una lenta combustione al gas, e che sarà bastante mantenere il filo metallico allo stato di arroventamento (1).

(1) Dietro questi fatti si rende facilmente ragione di un fenomeno

SEZIONE II.

Del Cloro.

292. Schèele, occupato in un lavoro sul manganese, nel 1774 (1), scovrì una nuova sostanza a cui diede il nome di *acido muriatico deflogisticato*, supponendola un corpo semplice, o l'acido muriatico privo del flogisto. Berthollet nel 1783 s'impegnò di mostrare che la nuova sostanza era un composto di acido muriatico ed ossigeno, e la chiamò *acido muriatico ossigenato*, che Kirwan cambiò in *acido oxymuriatico*. Questa ipotesi fu sostenuta fino al 1809, in cui Gay-Lussac, Thenard, e Curaudu (2), cercarono di provare, che l'opinione del celebre chimico di Svezia, il quale riguardava *l'acido muriatico ossigenato* come un corpo semplice, poteva esser sostenuta. Ciò venne dopo confirmato da più decisivi sperimenti fatti da Davy nel 1810 (3), il quale chiamò *clorino*, che poi fu detto *cloro*, l'acido muriatico deflogisticato di Schèele, voce che trasse dal greco χλωρος, *chloros* (verde pallido), a cagione del suo color verde-giallo che possiede allo stato di gas.

Stato naturale ed estrazione.

293. Non si è trovato ancora puro il cloro, ma sempre in combinazione dell'idrogeno o di qualche altro corpo semplice, e particolarmente col sodio o colla so-

che a prima vista sembra paradosso. Esso consiste nell'avvolgere in un pezzo di carta una palla di piombo del peso di un'oncia circa, così esattamente che non vi resti quasi affatto aria nell'intorno ad essa; e quindi dopo aver praticato al disotto della carta un foro con la punta di una spilla ordinaria, si espone la palla sopra la fiamma di una candela di cera o di sevo. L'effetto sarà, che il piombo si fonde dopo 4 a 5 minuti e cola dal piccolo foro praticato sulla carta. Ciò dunque prova che la quantità di calorico comunicato dalla candela al piombo ed alla carta è sufficiente a fondere il primo ma non ad infiammare quest'ultima, perchè il metallo diminuisce la temperatura della fiamma. In fatti, allorchè tutto il piombo sarà fuso, si vedrà infiammare la carta.

(1) *Mémoires de chimie de M. C. W. Schèele I*, 67.

(2) *Mémoires d'Arcueil. II*, 295.

(3) *Ann. de Chimie*, tomes LXXVI. et LXXIX.

da nel sale di cucina, abbondantemente contenuto nelle acque del mare: esiste ancora in molte produzioni vulcaniche, ed ivi sviluppasi allo stato di *acido idroclorico*, cioè combinato all'idrogeno.

Il cloro può aversi con diversi processi; si preferisce il seguente come il più semplice. Si mettono in un matraccio 100 parti di acido idroclorico concentrato, e 30 di perossido di manganese in polvere fina (*manganese nero de' vetraj*); quindi adattatovi un tubo ricurvo basterà riscaldare il mescuglio col solo calore di una lampada ad alcool, perchè il cloro si sviluppi abbondantemente.

Per aversi poi in grande questo gas, e con maggiore economia, si fa un mescuglio di 3 parti di cloruro di sodio (*sale di cucina*), 1 di perosido di manganese e 2 di acido solforico allungato coll'egual peso di acqua: il gas si sviluppa come nell'altro processo. Potrebbe anche sostituirsi al perossido di manganese quello di piombo, di mercurio, ec; ma il primo si preferisce perchè più comune, e come che contenente più ossigeno somministra maggiore quantità di cloro.

Adoperandosi l'acido idroclorico (composto di cloro ed idrogeno), ed il perossido di manganese (manganese ed ossigeno), nelle proporzioni indicate, ecco dopo Dumas l'espressione delle reazioni prodotte:

Atomi impiegati		Atomi prodotti	
1 di perossido di manganese	= 555,78	2 di cloro	= 442,64
1 di acido idroclorico	= 910,24	2 di acqua	= 224,96
		1 di protoclor. di mang.	= 798,42

Dopo questi risultamenti si comprende facilmente ciò che avviene fra le sostanze adoperate. L'acido idroclorico non potendo combinarsi se non al protossido di manganese, una parte si scompone sopra quest'ultimo; i 3 atomi di ossigeno separeranno dall'acido-idroclorico 6 at. d'idrogeno per formare 2 at. di acqua, e quindi si avranno 2 atomi di cloro. Un ossido che racchiudesse minor

numero di atomi di ossigeno, darebbe minor quantità di cloro; e dippiù un protossido non può scomporre l'acido idroclorico e somministrare il cloro. Nell'altro processo l'acqua si scompone, l'ossigeno si combina al sodio e lo cambia in soda, e l'idrogeno col cloro forma l'acido idroclorico, il quale poi si scompone come nel primo processo sul perossido di manganese e somministra gli stessi risultamenti, cioè acqua e cloro. Nella storta resta la soda ed il protossido di manganese combinati all'acido solforico. Le reazioni prodotte in questo secondo processo sono:

Atomi impiegati	Atomi prodotti
1 at. di clor. di sodio = 733,56	1 at. di solf. di soda = 892,08
1 at. di peros. di mang. = 555,78	1 at. di solf. di protos. di mang...... = 956,94
2 at. di acido solf. sec. = 002,32	1 at. di acqua .... = 112,48
1 at. di acqua .... = 112,48	2 at. di cloro .... = 442,64

Siccome il cloro attacca fortemente il mercurio, si raccoglie sull'apparecchio ad acqua come l'ossigeno. Volendo poi esaminarne la maggior parte delle sue proprietà in un corso di sperimenti, potrà mettersi il mescuglio in un matraccio, al quale si adatta un tubo piegato a due angoli retti, facendo immergere la estremità in fuora nel fondo del tubo ove vuol raccogliersi il gas, perchè essendo questo più pesante dell'aria atmosferica ne la discaccia dal tubo, e vi prende il suo posto. Per gli sperimenti esatti ne' quali vuolsi il cloro puro e privo di acqua, si fa passare sul cloruro di calcio (*muriato di calce fuso*) prima di raccoglierlo ne' tubi, servendosi dell'apparecchio designato nella *fig. 78.*, in cui si vede in A la storta da dove si sviluppa il cloro, ed in B il tubo che contiene il cloruro di calcio.

Proprietà fisiche.

394. Il cloro ha come gli altri gas le proprietà meccaniche dell'aria atmosferica. Il colore è giallo-verdastro, a cui deve il nome di *cloro*; l'odore è sommamente disgustoso, ed ha sapore alquanto astringente. Il suo pe-

so specifico è secondo Gay-Lussac e Thenard 2, 4216; e secondo Prout, come è stato anche confirmato da Thomson, e che si crede più esatto, 2, 500. Dopo ciò un decimetro cubico di cloro alla temperatura di 16 centigradi, e sotto la pressione barometrica di 76 centimetri, pesa 3 grammi circa. Il suo potere rifrangente è secondo Dulong 2, 623, ed il suo peso atomistico, rilevato esattamente da Thomson è 4, 5, essendo 1 quello dell' ossigeno, a cui si è riportato nell' unità. Berzelius poi, deducendolo dalla densità de' due gas, ne fa la proporzione: 1, 1026, densità dell' ossigeno, è a 2, 2474, densità del cloro, come 100 peso dell' atomo dell' ossigeno è a X = 220, 02 peso dell' atomo del cloro. Questo gas compresso fortemente come l' ossigeno sviluppa anche luce, ma in minore quantità.

Proprietà chimiche.

295. Il cloro può attraversare un tubo di porcellana rovente al bianco senza che venga scomposto, e l' azione più forte di una pila voltaica neanche lo altera. L' acqua lo assorbe facilmente quando è puro, ed acquista un colore giallo-verdastro, che diviene più intenso allorchè il mescuglio si raffredda a zero, producendo allora delle larghe lamine di cristalli dello stesso colore. Secondo Dalton un volume di acqua alla temperatura e pressione ordinaria può sciogliere 2 volumi di questo gas. Tale assorbimento poi è più lento quando il cloro trovasi mescolato all' aria atmosferica, o ad altri gas; e per conoscere se è puro, basterà veder se tutto è assorbito da una soluzione concentrata di potassa o di soda, perchè l' aria o qualche altro gas non vengono assorbiti da queste sostanze.

Il cloro perfettamente secco non agisce sulle materie vegetali anche secche; ma le scolora quando sono appena umide, o che il cloro sia unito al vapore acquoso. Questa proprietà conosciuta la prima volta da Schéele, fu più esattamente esaminata da Berthollet, il quale impiegò la prima volta il cloro come mezzo energico per imbiancare le stoffe di lino, di canape, e di cotone.

Si credè lungamente che quest' effetto dipendesse unicamente dall' ossigeno supposto nel cloro, allora detto *a-*

cido muriatico ossigenato; ma oggi si sa che ciò deriva dalla grande attrazione che ha il cloro per l'idrogeno contenuto nella materia colorante vegetale, e che la distruzione di questa materia colorante dipende dalla perdita che essa fa dell' idrogeno, che si combina al cloro.

296. Vi sono diversi stabilimenti in Inghilterra ed in Francia, nel nostro Regno ed in altri luoghi per imbiancare le stoffe col cloro. In alcune fabbriche si condensava il cloro in liscivii alcalini, o nella calce stemprata nell'acqua; ovvero bagnando queste stoffe con la soluzione di potassa, esponendole dopo al vapore del cloro. Ma perchè questi mezzi producevano sempre un' alterazione nel tessuto delle stoffe, fu perciò da Davy sostituita una soluzione di cloro nell' acqua in cui erasi stemperata la magnesia, come venne praticato poi da Duffy di Dublino fabbricante d' Indiane. Noi però conosceremo all' artic. *calcio* il così detto *cloruro di calce*, il quale è oggi generalmente preferito a tutte le altre soluzioni di cloro, tanto vantate sinora nell' imbiancamento.

Il cloro, come l' ossigeno, mantiene la combustione di molti corpi, ed in qualche circostanza con più energia, dappoichè alcuni di essi gittati appena in questo gas vi bruciano anche alla temperatura ordinaria.

Quando s' immerge una candela di cera accesa nel gas cloro, essa continua a bruciarvi con fiamma rossastra spandendo molto fumo. La stessa candela accesa, e poi spenta col soffio, se quando ha il lucignuolo ancora in combustione s' introduca nel cloro, si vedrà riaccendere di bel nuovo, come quando si tuffa nel gas ossigeno; ma però vi brucia con minore energia e sviluppo di luce.

Un pezzo di fosforo asciutto, appena introdotto in questo gas, si accende e brucia con fiamma biancastra. La polvere di antimonio, di arsenico e di bismuto; le foglie di oro falso ec. appena gittati nel gas cloro vi bruciano spontaneamente. La maggior parte degli altri metalli riscaldati ed immersi in questo gas, ardono anche con grande vivacità, producendo delle fiamme diversamente

colorate, che noi esamineremo in seguito, trattando dell'azione del cloro sopra ciascuno di questi metalli.

Azione del cloro sull' economia animale.

297. Il cloro non è atto alla respirazione. Se quando è puro si obbliga un animale a respirarlo, questo muore quasi istantaneamente. Se poi si respira lentamente mescolato all' aria atmosferica, produce prima una specie di stordimento, quindi tosse violenta accompagnata da forte espettorazione, sputo di sangue, e se più si respira può anche cagionare la morte.

Usi — Il cloro è adoperato nelle arti per imbiancare il lino, la canapa, il cotone, e sopratutto il pisto della carta; serve altresì a togliere le macchie su i libri ovvero sulle stampe antiche, ec. Esso distrugge tutt' i miasmi che possono rendere l'aria micidiale, ed è usato con sommo vantaggio per le fumicazioni nelle sale degli spedali ec. Qualche medico lo ha prescritto con successo nelle asfissie prodotte da gas idrogeno solforato; ed è stato anche usato per frizioni sulle mani contro l'idrofobia, o quando si è costretto abitare in alcuni luoghi ove si sviluppono de' miasmi prodotti da sostanze animali e vegetali. Si è similmente adoperato da Pariset con successo a distruggere il contaggio, come quello della peste, della tisi (se pure questo debba ammettersi); ed io l'ho usato con egual successo fin dal 1822 a disinfettare le stalle ove erano morti cavalli col male detto *morbo*. V. *cloruro di calce*. al vol. II, art. *Calcio*.

Composti di cloro ed ossigeno.

298. Il cloro forma con l' ossigeno quattro composti distinti, cioè un *ossido*, e tre *acidi*.

Ossido di cloro.

299. Davy che lo scoprì nel 1811, la chiamò *euclorino*, derivandolo dal greco, ευ, *ey*, bene, e χλωρος, *chloros*, bel verde, a cagione del suo color verde giallo brillante che possiede; ma ricevè dopo il nome di *protossido* o meglio *ossido di cloro*, come più esatto, perchè indica il solo ossido che il cloro forma con l'ossigeno.

L' ossido di cloro non esiste in natura, nè può aversi combinando direttamente l' ossigeno al cloro. Per

ottenerlo si mettano in un picciolo matraccio (*fig. 81.*) 40 a 50 grani di clorato di potassa (*composto di acido clorico e potassa*), vi si aggiunga tanto acido idro-clorico (*muriatico*) allungato coll' eguale peso di acqua, che corrisponda al triplo almeno del peso del sale, e vi si adatti il solito tubo ricurvo per farvi passare il gas. Allora basterà il più leggiero calore di una lampada ad alcool, perchè si manifesti leggiera effervescenza, e la capacità del matraccio venga piena dal gas ossido di cloro, di un bel colore verde-giallo, che poi si raccoglie sul mercurio.

Siccome il gas che si ottiene trovasi unito al cloro, così è duopo ammettere che l'acido idro-clorico ed il clorato si scompongano reciprocamente, e formano *acqua*, che resulta da 4 atomi idrogeno separatisi dall'acido idroclorico, e da 2 atomi di ossigeno dell'acido clorico contenuto nel clorato; *ossido di cloro*, che è composto da 1 atomo di ossigeno, e da 2 at. di cloro, che resulta dall'acido clorico privato di 2 at. di ossigeno, e cloro che deriva da una parte dell' acido idroclorico spogliato d' idrogeno. L' ossido di cloro così ottenuto, vien separato facilmente dal cloro, agitandolo in un tubo col mercurio, il quale assorbe solo il cloro, e non attacca affatto l'ossido di cloro.

Per conoscere la maggior parte delle proprietà del l' ossido di cloro in un corso di sperimenti, può raccogliersi come il cloro (§. 293.), perchè la quantità di quest' ultimo gas che seco trasporta, essendo assai tenue non altera molto sensibilmente le sue qualità più caratteristiche. Per gli sperimenti esatti però debbe raccoglicrsi sul mercurio, e depurarsi dibbattendolo in un tubo con questo metallo. Quando si estrae fa duopo usare molta circospezione, adoperando cioè picciole dosi di clorato per volta, e raccoglierlo a poco a poco; giacchè sovente il menomo calore più avanzato lo fa detonare.

Proprietà fisiche.

300. L'ossido di cloro allo stato di gas ha colore verde-giallo carico, e l' odore partecipa di quello dello zuccaro bruciato e del cloro. Il suo peso specifico, calcolato dietro

la sua composizione, è di 2, 3818, essendo quello dell'aria 1,0000.

Proprietà chimiche.

Questo gas arrossa sulle prime il tornasole, e quindi ne distrugge il colore, come fa il cloro. Riscaldato a + 60 detona fortemente, si scompone, ed il residuo consiste in ossigeno e cloro. Lo sperimento fatto in un tubo stretto ed alto sull'apparecchio a mercurio, in cui s'introducono 5 misure di questo gas, appena verrà riscaldato con una lampada ad alcool, accaderà una leggiera detonazione; il colore del gas si vedrà sparire, ed il suo volume si troverà aumentato di 1 misura, ossia come da 5 a 6.

I metalli che bruciano nel gas cloro alla temperatura ordinaria, non agiscono a freddo sull'ossido di cloro: ma se introdotto uno di essi, in un tubo pieno di questó gas, e si tocchi appena il gas con un tubo di vetro riscaldato alla lampada, vi sarà leggiera detonazione; il colore del gas sparisce, ed il metallo brucia come se fosse tuffato nel miscuglio di 2 volumi di cloro ed 1 di ossigeno.

Il fosforo appena introdotto nel gas ossido di cloro, si accende, perchè lo scompone prontamente. Allorchè questo gas è secco agisce sui colori vegetali anche secchi, scolorandoli a poco a poco, e facendo passare quelli che hanno una tinta blò in rosso: siffatta proprietà lo fece considerare da Davy come un corpo che si avvicina alla natura degli acidi.

L'acqua può assorbire circa 8 volte il proprio volume di gas ossido di cloro, acquistando un sapore alquanto acre dispiacevole, ed il colore e l'odore del gas. Esso non ha usi.

Composizione.

301. Scomposto il gas ossido di cloro come si è esposto più sopra, cioè col solo riscaldarlo in un tubo sul mercurio, se dopo vi s'introduce poca soluzione di potassa, e si agita per farne assorbire tutto il cloro, si otterrà che le 60 misure saranno ridotte a 20: il che prova che le altre 40 misure che appartenevano al cloro so-

no state assorbite dalla potassa, e che il gas ossido di cloro sia composto da 2 volumi di cloro e da 1 volume di ossigeno, ovvero,

In proporzioni, da 1 di cloro = 440,04 + 1 di ossigeno, 100.
In atomi,..... da 2 di cloro = 440,04 + 1 di ossigeno, 100.

Acido cloroso.

302. Questo composto venne nel 1814 contemporaneamente scoperto da Davy in Londra e da F. Stadion in Vienna; e sebbene Chenevix lo avesse molto prima osservato, pure la sua composizione e le sue qualità più importanti vennero molto meglio studiate e descritte dallo stesso Stadion. Questo composto chiamato sulle prime *deutossido di cloro*, venne dopo distinto col nome di *acido cloroso*.

L'acido cloroso non esiste in natura, nè può ottenersi coll'azione diretta del cloro su l'ossigeno. Onde prevenire tutt' i danni possibili nel prepararsi, è duopo far prima una pasta alquanto molle con clorato di potassa in polvere finissima ed acido solforico, precedentemente allungato della metà del suo peso di acqua: poi riempirne quasi interamente un picciolo tubo chiuso in un estremo, e dopo avervi adattato altro tubo piegato ad angolo, si riscalda leggiermente, immergendolo in un vaso che contenga l'acqua riscaldata almeno a 80 gradi centigradi: il gas si sviluppa facilmente, e si raccoglie sul mercurio, come il gas ossido di cloro ottenuto coll'acido idroclorico.

Affinchè possa spiegarsi come l'acido solforico scomponga diversamente dell'acido idroclorico il clorato di potassa, fa duopo ammettere, che il primo si combina alla metà di potassa del clorato, e che l'acido clorico separato si scompone, ed abbandona una porzione di ossigeno, la quale si combina all'acido clorico contenuto nell' altra metà del clorato che non si è scomposto, formando con esso l'*acido clorico ossigenato*; e l'acido cloroso che resulta dall'acido clorico scomposto si sviluppa sotto forma di gas.

Proprietà fisiche.

303. Questo gas ha colore giallo più carico di quello ottenuto coll'acido idro-clorico, e l'odore è alquanto

aromatico, ma non partecipa di quello del cloro. Il suo peso specifico, dedotto da quello de' suoi elementi, è 2, 3155, e 2, 7 secondo Berzelius.

Faraday lo ha liquefatto sottoponendolo ad una forte pressione: lo stesso si ottiene se adoperasi un freddo intensissimo (§. 222), o almeno di — 18.° centig. e così cambiasi in un liquido giallo. Per liquefarlo coll' abbassamento di temperatura, si richiede fare agire almeno per 24 ore l'acido sul clorato, e dopo riscaldarsi il miscuglio al bagno-maria, la cui temp. non oltrepassi + 38°, tenendo raffreddato il gas nel tubo ove si raccoglie.

Proprietà chimiche.

Questo gas distrugge il colore del tornasole senza mutarlo prima in rosso. Non ha azione sul mercurio nè sulle altre sostanze ossigenabili. Il solo fosforo è quello che appena gittato in questo gas produce una istantanea esplosione, e vi brucia dopo con grande energia. Basta appena un mezzo grano di questa sostanza per avere una detonazione come quella dell'archibugio ordinario. Il gas però debbe esser privo di aria e di un colore verde-giallo il più intenso, il fosforo perfettamente asciutto, e lo sperimento deve farsi in un tubo stretto e spesso.

L'acqua assorbe almeno 7 volte il suo volume di questo gas, ed acquista un colore verde-giallo carico, ed un sapore astringente corrosivo, che lascia una sensazione dispiacevole sulla lingua. Unito alle basi forma de' *cloriti.*

Composizione.

304. Allorchè questo gas viene riscaldato al calore dell' acqua bollente, detona con più violenza del gas ossido di cloro, sviluppando ancora molta luce. Dopo la detonazione si troverà che 10 volumi del detto gas aumentano di $4 \frac{1}{2}$, i quali trattati con la potassa, come nel gas ossido di cloro, danno in resultamento 10 volumi di ossigeno e $4 \frac{1}{4}$ di cloro; e siccome vi ha sempre un picciola quantità di quest'ultimo gas assorbito dal mercurio, così 2 volumi del gas in quistione, debbono contenere 2 volumi di ossigeno ed 1 volume di cloro condensati in 2 volumi. Dopo ciò la sua composizione sarebbe, secondo Davy e Gay-Lussac, (*Ann. de Chim. et de Phys., tom. 1. pag. 76.*)

In proporzioni, 1 di cloro, 440, 04 + 4 di ossigeno 400.
In atomi...... 1 di cloro, 220, 02 + 2 di ossigeno 200.

La composizione dell'acido cloroso, come venne determinata da Davy e Gay-Lussac, non coincide con quella stabilita da Stadion. Berzelius fa derivare tal differenza da'processi adoperati da'due chimici suddetti, i quali si servirono di acido nitrico e di acido solforico allungato, mentre che Stadion si avvalse del clorato fuso in pezzi e di acido solforico concentrato. Quest'ultimo ottenne il solo acido cloroso, e Gay-Lussac e Davy mescugli di acido clorico ed acido cloroso. Dopo l'analisi di Stadion, che si reputa più esatta, 100 parti di cloro assorbiscono 67, 771 di ossigeno per produrre l'acido cloroso, di cui 100 parti si compongono di 59, 605 di cloro, e 40, 395 di ossigeno. La sua capacità di saturazione, dopo questi risultamenti, è eguale ad $\frac{1}{3}$ della quantità di ossigeno, cioè 13, 465.

Acido clorico.

305. Dopo che Berthollet ebbe studiato esattamente i clorati, suppose fin d'allora che essi dovevano contenere un acido particolare: ma Gay-Lussac ottenne la prima volta quest'acido, scomponendo una soluzione di clorato di barite (v. questo sale) con l'acido solforico allungato, finchè non si produsse più precipitato alcuno; operando però in modo, che filtrando il liquido, nè l'acido solforico, nè lo stesso clorato di barite vi formasse altro precipitato, onde così mostrare che nè l'una nè l'altra sostanza si conteneva nell'acido clorico ottenuto. L'acido solforico allora non produsse altro che la separazione dell'acido clorico dalla barite, combinandosi con quest'ultima allo stato di solfato insolubile.

Proprietà fisiche e chimiche.

306. L'acido clorico allorchè è puro, non ha nè odore, nè colore. Cambia in rosso permanente il tornasole; ma secondo ha osservato Vauquelin, tal colore dopo qualche giorno viene distrutto, come se vi avesse agito il cloro. Il suo sapore è decisivamente acido, e la sua soluzione può concentrarsi quasi a consistenza sciropposa senza che si

scomponga; ma se il calore è più forte, allora riducesi in cloro ed ossigeno. L'acido clorico è scomposto dall'acido idroclorico, e cambiasi in acqua e cloro. Gli acidi solforoso, fosforoso, l'idrogeno solforato ed altri corpi ossigenabili, anche lo scompongono appropriandosi l'ossigeno; e molti corpi che nell'oscurità non vi mostrano azione, lo scompongono alla luce del sole (Berzelius).

Davy cercò provare che l'acido così ottenuto ritiene un poco di acido solforico chimicamente combinato, e che rendesi pressochè impossibile proccurarsi quest'acido perfettamente puro. Berzelius, che non è lontano dall'ammettere l'opinione del celebre chimico inglese, aggiugne che tal combinazione può considerarsi come ammissibile, e ciò per ispiegare le qualità diverse che presenta l'acido clorico allorchè si prepara con processi differenti.

Composizione.

307. Scomponendo col calore in una piccola storta 100 parti di clorato di potassa secco, si ottengono 38, 88 di ossigeno e 61, 12 di cloruro di potassio; e dappoichè 32, 196 di potassio assorbono 6, 576 di ossigeno per passare allo stato di protossido, ne segue che restano 38, 88 di ossigeno — 6, 576, cioè 32, 304 per l'acidificazione di 28, 924 di cloro. Da ciò si deduce che l'acido clorico è composto, in peso, da 100 di cloro e 112, 969 di ossigeno, ed in volume, da 2 di cloro e da 5 di ossigeno (*Gay-Lussac, Annales de Chimie, tom. CXI, p. 102-108*); ciò che dà per la sua composizione,

In proporzioni, 1 di cloro 440, 04 + 5 di ossigeno 500.
In atomi, ... 2 di cloro 440, 04 + 5 di ossigeno 500;

ed in 100 parti di quest'acido, si contengono 46, 955 di cloro e 53, 045 di ossigeno. La sua capacità di saturazione è di $\frac{1}{5}$ dell'ossigeno che contiene, cioè di 10, 609.

Acido clorico ossigenato.

308. Dopo estratto l'acido cloroso col processo di Stadion, si ha un residuo salino che contiene il clorato ossigenato di potassa, unito al solfato acido della stessa base, da cui può estrarsi l'acido clorico ossigenato nel modo seguente: Si uniscano 3 gram. di clorato di potassa ri-

dotto in polvere con 6 gram. di acido solforico concentrato, e si lasci il mescuglio in riposo per ore 24, rimuovendolo di quando in quando, affinchè l'azione dell'acido sul sale sia più completa. Si riscaldi dopo il mescuglio ad un leggierissimo calore, sino a che la massa perda interamente il suo colore verde-giallo che aveva, e quindi si stempri in poca quantità di acqua. Si metta il tutto sopra un filtro ordinario, e dopo esserne sgocciolato tutto il liquido, si lavi il residuo a poco a poco con tant'acqua, sino a che le lozioni più non cambiano in rosso il tornasole. Questo residuo, che forma presso a poco i 28 centesimi del clorato di potassa adoperato, è il clorato ossigenato di potassa abbastanza puro. Proccuratosi così questo sale, si metta in una piccola storta, e vi si aggiunga l'uguale peso di acido solforico allungato della metà del proprio peso di acqua, ed il mescuglio si distilli ad un calore che non oltrepassi i 138.° centig. L'acido clorico ossigenato si sviluppa sotto forma di vapori bianchi, i quali poi si condensano nel recipiente, e l'acido solforico con la potassa del clorato ossigenato rimarranno in fondo della storta. Siccome l'acido ottenuto può trasportare un poco di acido idro-clorico, contenuto nell'idroclorato di potassa che si trova nel clorato adoperato, così per averlo puro si distilla sopra un poco di ossido di argento.

Proprietà,

309. L'acido clorico ossigenato si conosce solamente allo stato di liquido. Esso è trasparente ed è privo di colore, di odore e di sapore. Arrossa il tornasole senza distruggèrne dopo il suo colore. La luce non lo altera sensibilmente. Esposto ad un leggiero calore può concentrarsi di più senza scomporsi, e riscaldato sino alla temperatura di 140° si volatilizza, e distilla facilmente senza neanche essere scomposto.

Composizione.

310. La composizione di quest'acido non è esattamente conosciuta. Stadion deducendola dalla scomposizione del clorato ossigenato di potassa, operata col fuoco, come erasi fatto pel clorato semplice, conobbe che quest'acido era formato da 1 volume di cloro e da 3 volumi e mezzo di

ossigeno; o da 100 parti di cloro, e da 135, 549 di ossigeno; ovvero, sopra 100 parti, da 42, 454 di cloro e 57, 546 di ossigeno; resultamenti che sono stati dopo confirmati anche dagli sperimenti di Guy-Lussac. *(Ann. de Chim. et Phys. t. VIII, p. 406, e tom. IX, p. 220.)*

Dopo ciò la composizione dell'acido clorico ossigenato può essere rappresentata:

In proporzioni, 1 di cloro 440, 04 + 7 di ossigeno 700.
In atomi, ... 2 di cloro 440, 04 + 7 di ossigeno 700.

Dopo ciò la sua capacità di saturazione è di $\frac{1}{8}$ della quantità di ossigeno, cioè di 9, 591.

Sezione III.

Del Bromo, o Muridio.

311. Balard esaminando nel 1826 le acque madri della saline presso Montpellier, pervenne alla scoperta di una nuova sostanza a cui diede il nome di *muridio* (salamoia), che fu cambiato in quello di *bromo*, da βρῶμος, (puzzolente), pel cattivo odore che possiede. Questa sostanza creduta dopo un composto di cloro e di iodio, fu più accuratamente esaminata da De la Rive, il quale dietro ripetuti sperimenti confirmò le prime idee di Balard, che cioè il bromo era un corpo semplice, giacchè non conduceva l'elettricità, nè veniva da questa scomposto.

Stato Naturale.

312. Il bromo venne primamente scoverto nelle acque del mare allo stato di *bromuro di magnesio*, e successivamente si è trovato in molte acque minerali che scorrono a poca distanza dal mare. Le acque minerali de'Bagnoli, quelle del Muraglione di Castellammare, e qualche acqua termale d'Ischia ne racchiudono quantità sensibili. E poichè anche nella spugna marina si asserisce essersi scoperto il bromo da Jonas, non è ora improbabile che esista in tutte le altre sostanze contenute nel mare, soprattutto nelle piante marine, come il iodio, ne'polipi, ec. Esso però è stato trovato in quantità più notabile nelle acque del mare

Morto, quasi in tutte le saline del continente, e particolarmente in quelle delle saline dell'Allemagna, soprattutto a Theodorshalle, vicino Kreuznach. Un quintale di queste acque somministra sino a 66 grammi di bromo.

Estrazione.

313. Per ottenere il bromo, si fa passare nelle acque madri delle saline (1) una corrente di gas cloro, sino a che l'acqua prenda un colore rosso giacinto, ciò che ha prontamentamente luogo. Allora si sospende subito l'azione del cloro; si versa nella superficie del liquido così colorato una certa quantità di etere solforico, e si agitano i due liquidi per mescolarli il più esattamente possibile, lasciandoli dopo in riposo. L'etere si vedrà riunito a galla del liquido, tinto di color rosso giacinto assai bello. La soluzione eterea di bromo così ottenuta si tratta con una soluzione di potassa caustica, in quantità sufficiente da toglierle interamente il suo colore: l'etere in tal modo scolorato può essere impiegato ad altre successive estrazioni del bromo, da nuove acque che lo contengono; e quest'operazione può ripetersi sino a che la soluzione di potassa sia saturata perfettamente di bromo. Con ciò si ottiene che l'acqua è scomposta; col suo ossigeno ed idrogeno si formano gli acidi bromico ed idrobromico, i quali poi combinandosi alla potassa, danno luogo al bromato ed all'idrobromato di questa base. Il liquido si svapora a secchezza, la massa si mette in una piccola storta con poco acido solforico allungato della metà del suo peso di acqua, e di perossido di manganese: riscaldando leggiermente il mescuglio, si vedranno molti vapori rossi simili a quelli dell'acido nitroso, i quali si condensano e danno il bromo, che si raccoglie nell'acqua

(1) La estrazione del bromo, ed i mezzi co' quali si perviene a scoprirlo nelle acque minerali, consistono nell'evaporarne una quantità) almeno 60 a 100 libbre) sino a secchezza, trattare il residuo con alcool a 36° e la soluzione filtrata evaporarla sino a discacciarne tutto l'alcool: al residuo, dopo avervi stemprato pochi granelli di amido, vi si fa passare poco gas cloro, e si osserva se il liquido si tinge in giallo, è segno che contiene il bromo. Se la quantità fosse più forte, si tratta, dopo il cloro, coll'etere e si agita onde vedere se si colora in rosso l'etere che si porta nella superficie del liquido.

fredda posta in un piccolo recipiente che si mantiene raffreddato. Siccome il bromo ottenuto trovasi mescolato a poca acqua, così può privarsene distillandolo un'altra volta sul cloruro di calcio, e condensandolo in un tubo circondato di neve. Questa operazione però si rende inutile, dappoichè il bromo non saprebbesi diversamente conservare che in fondo dell'acqua od in bottiglia piena di questo liquido, a cagione della grande tendenza di volatilizzarsi in forma di vapori rossi simili a quelli dell'acido nitroso.

Desfosses ha osservato che per raccogliere maggior quantità di bromo è necessario far digerire le acque delle saline su la calce spenta, ad oggetto di precipitar la magnesia; e ciò per impedire che nell'evaporazione di simili acque non si disperda qualche poco di bromo allo stato di acido idrobromico. In tal modo il liquido separato dalla calce e dalla magnesia, che si sarà precipitata, si concentra per poco, e quindi unito al perossido di manganese ed all'acido idroclorico si distilla come nell'altro processo; arrestando l'operazione quando il liquido comincia a bollire, perchè allora, come nell'estrazione dell'iodio, i vapori rutilanti cessano per essersi tutto il bromo sviluppato.

Proprietà fisiche.

314. Il bromo così ottenuto è liquido alla temperatura ordinaria dell'aria, ed ha un peso specifico di 2, 966. Portato ad un freddo di — 22° diviene solido, ed allorchè è in masse, ha colore rosso-bruno carico; ma ridotto in lamine minute è di un rosso-giacinto. La sua frattura è cristallina e fogliettata, con color grigio di piombo carico e con isplendore quasi metallico. Il suo odore somiglia a quello del cloro, ma è più penetrante, più dispiacevole, e più durevole; il sapore è forte ed aspro. Alla temperatura ordinaria spande vapori rutilanti dello stesso colore, e densi come quelli dell'acido nitroso.

Proprietà chimiche.

315. Il bromo riscaldato appena a + 47°, bolle e si riduce in vapori, che somigliano a quelli dell'acido nitroso, ed il cui peso specifico è di 5, 3933. Esposto ad un freddo di — 22, a — 25 centig., si fissa, e diviene duro, fragile, e capace di ridursi in polvere. Esso non è punto

conduttore dell'elattricità, nè viene scomposto coll'azione di una pila la più energica; ma allungato con acqua diventa conduttore, questo liquido è scomposto, ed i suoi elementi invece di combinarsi al bromo, si portano ai poli rispettivi della pila. Allorchè il bromo è allo stato di vapori non mantiene la combustione, e comunica alla fiamma, prima di estinguersi, un colore verdastro. Come il cloro rendesi micidiale allorchè si respira. Si scioglie per poco nell'acqua, ed il calore non aumenta punto la sua solubilità. Il liquido che si ottiene ha colore arancio, e chiuso in una carafina si covre di vapori rutilanti come l'acido nitroso. Il bromo si discioglie più facilmente nell'alcool che nell'acqua, ed è più solubile nell'etere. La soluzione ha colore rosso di giacinto, si scolora a poco a poco, perchè scompone l'acqua, e si cambia in acido idro-bromico.

Il bromo, avuto riguardo a' suoi composti, ha la più grande analogia col cloro, perchè siegue perfettamente le stesse leggi de' composti di quest' ultimo; fu per tal ragione che Berzelius lo considerò come corpo *alogeno*, cioè capace di formar sali. Esso può benanche imbiancare e scolorare le sostanze colorate vegetali allo stesso modo che il cloro; ed attacca come quest'ultimo le sostanze organiche in generale, appropriandosi l'idrogeno e cambiandosi in acido idro-bromico, come fa il cloro, che si muta in acido idro-clorico; e finalmente, attacca la cute come l'acido nitrico, producendovi anche le macchie gialle, le quali non spariscono se non colla caduta dell'epidermide.

Sperimenti che provano la natura del bromo.

316. De la Rive, conobbe che il bromo messo in contatto della soluzione di amido la colora in giallo arancio; e supponendo, come erasi detto da altri chimici, che il bromo avesse contenuto del iodio, pose nella soluzione di amido, resa azzurra da un poco di iodio, qualche goccia di bromo, ed osservò che la soluzione prendeva due colori distinti, uno brunognolo, e l'altro gialliccio. Avendo dopo così esposta questa soluzione all'azione della pila ottenne, che la soluzione gialliccia diveniva azzurra al polo negativo, indicando la presenza del iodio, ed acquistava

colore arancio al polo positivo, ove portavasi il bromo. Da ciò dedusse che se il bromo contenesse iodio, mettendo una soluzione di bromo e di amido nel circolo, avrebbesi dovuto il iodio accumolare ad uno de' poli, e prodursi il colore azzurro; il che non essendo avvenuto, provava che il bromo era un corpo semplice come il cloro ed il iodio (*Ann. de Chim. et de Phys.*, *Giugno 1827.*)

L'azione del bromo sul fosforo, sui metalli, e sopra la maggior parte degli altri corpi combustibili, è molto energica ed accompagnata da sviluppo più o meno grande di calorico e di luce; il che prova sempreppiù la grande analogia del bromo col cloro e col iodio. Questa si sostiene anche nella sua azione col gas idrogeno bi-carbonato, col quale forma una sostanza dell'apparenza di un liquido oleoso, come quello che si ha col cloro e col iodio, cioè l'*idro-bicarburo di bromo*. Le sue affinità solamente par che sieno più deboli di quelle del cloro, poichè quest'ultimo lo sviluppa quasi da tutte le sue combinazioni. Tali affinità però sono più forti di quelle del iodio, il quale è discacciato dalle sue combinazioni dal bromo.

317. *Usi.* — Il bromo non è stato ancora applicato ad alcun'uso nelle arti. Pare che, dietro la sua analogia col iodio, venne dal Pourché usato in medicina con successo in una gonorrea inveterata, con ingorgamento scrofoloso ai testicoli, e ne'tumori glandolari, praticandovi le frizioni con la pomata composta di bromuro di potassio, su cui poi applicava de' cataplasmi inaffiati con la soluzione acquosa del bromo. Egli ha usata la soluzione fatta solamente con quaranta parti di acqua distillata ed un parte di bromo, alla dose di 5 a 6 gocce, allungata in acqua pura; ed il bromuro di potassio in pillole da 4 ad 8 grani al giorno. (*Ephémerid. med. de Montpellier*, *Mars. 1828.*)

Poco dopo Serques, adoperò un composto di bromuro di mercurio, come preservativo della sifilide. Egli opina che comunque venga somministrato tal bromuro, penetra nel sangue e neutralizza il *virus* sifilitico. Il bromo injettato nelle vene coagola il sangue e produce la morte. Anche preso internamente a dose poco avvanzata agisce come veleno.

Acido bromico.

318. Il solo composto di ossigeno e bromo sinora esaminato è l'*acido bromico*, il quale non può aversi coll'azione diretta dell'ossigeno sul bromo, ma è necessario che i suoi elementi si trovino allo stato *nascente* perchè si combinino. Balard valendosi del processo col quale si ebbe da Gay-Lussac l'acido clorico, sostituendo al clorato il bromato di barite, pervenne ad ottenerlo nella stessa guisa (§. 305), scomponendolo cioè a poco a poco coll'acido solforico debole.

L'acido bromico è liquido; può concentrarsi sino a consistenza sciropposa senza che si scomponga, ma un calore più forte lo volatilizza in parte, e ne riduce il resto in bromo ed ossigeno. Esso ha sapore decisivamente acido, ma non caustico. Non ha quasi odore; cambia prima in rosso il tornasole e poi ne distrugge il colore. Gli acidi solforoso, fosforoso e tutti gl'idracidi lo scompongono e ne sviluppano il bromo, che si manifesta col suo odore ed in forma di vapori rossi. Anche l'acido solforico lo scompone, ma più lentamente che gli altri descritti.

Composizione. — L'acido bromico, dietro l'analisi di Balard si compone di 2 vol. di vapori di bromo, e 5 volumi di ossigeno; ciò che poi dà in peso 66, 177 parti di bromo e 33, 823 di ossigeno, secondo Berzelius. La sua capacità di saturazione è di 6, 764, cioè di $\frac{1}{5}$ della quantità di ossigeno che contiene. S'ignorano ancora le altre proprietà di quest'acido. Faremo però meglio conoscere quelle che hanno rapporto co'bromati allorchè tratteremo di questi sali — Non ha usi.

Cloruro di bromo.

319. Il bromo si combina facilmente col cloro gassoso, che condensa, e cambiasi in un liquido giallo-rossastro molto volatile, che è il *cloruro di bromo*. Esso ha sapore sommamente dispiacevole; è solubilissimo nell'acqua; distrugge il colore del tornasole come fa il cloro, ed attacca fortemente gli occhi, provocandone le lacrime. Ridotto in vapori dal calorico, acquista un colore verde-giallo come quello del deutossido di cloro. La sua soluzione acquosa, che ha color giallo carico, messa a contatto con alcuni ossidi, e soprattutto con quelli di potassio e di sodio, dà

luogo alla scomposizione dell' acqua, e quindi ad un *bromato*, coll' ossido, col bromo e con l'ossigeno; ad un *bromuro* e ad un *cloruro*, col metallo dell'ossido, il cui ossigeno si combina all'idrogeno dell'acqua scomposta.

Sezione IV.

Del Iodio.

Istoria.

320. Courtois, fabbricante di soda a Parigi, scoprì questa sostanza nel 1811, nell'atto che versava l'acido solforico su le acque madri della soda Vareck. Dopo averne esaminate alcune qualità, ne diede un poco a Clement onde praticasse ulteriori sperimenti su questa nuova sostanza. Clement nel 1813 annunziò la scoperta del iodio in una sua memoria letta nell'Instituto delle Scienze di Parigi. Gay-Lussac si occupò in seguito a studiarne le proprietà più importanti, e provò che questa sostanza aveva la più grande analogia col cloro, e che poteva reputarsi semplice. Egli, a cagione del colore violaceo che produce il suo vapore, propose chiamarla *iodio*, dal greco ιωδης, *iodes*, che significa violaceo (1). Davy che in quell'epoca trovavasi in Parigi, ritornato in Londra fece conoscere alla Società Reale un seguito d'importanti e numerose sperienze intorno la novella sostanza, prima che quelle di Gay-Lussac fossero state pubblicate in Parigi.

Stato naturale.

Il iodio non si era rinvenuto che ne' fuchi, sorta di piante che vegetano in vicinanze del mare. Sono stato il primo a trovarlo, dopo Courtois, fin dal 1820 (2) nel liscivio delle ceneri della *Zostera Oceanica* (alga marina), pianta che non appartiene alla famiglia delle alghe, ed in conseguenza non deve confondersi con i *fuchi;* spettando alla classe *Gynandria*, ed all' ordine *Polyandria*, Lin. (*Monoecia Hexandria*, Pers.) e non già alla classe

---

(1) *Ann. de Chimie, tom. XCI.*

(2) V. Atti del Raale Istit. di Napoli t. III. p. 206. e Bullettin de M. Ferussac, Scienc. technologiques, dicembre 1825.

Cryptogamia cui i fuchi si appartengono). Ma in seguito è stato anche rinvenuto nelle spugne da Fife; nelle acque solfuree di Castelnuovo d'Asti da Cantu; in quelle di Napoli da Covelli e Lancellotti; nelle acque salate del Voghera da Angelini; in diversi molluschi marini nudi o testacei, come nelle ostriche ec.; in più polipi e vegetali marini; nelle acque madri delle saline nel Mediterraneo da Balard, e finalmente unito all'argento in un minerale di argento trovato ad Albaradon, vicino Zacatecas al Messico, ed analizzato da Vauquelin. (*Ann. de chim. et de Phys.* t. XXIX, p. 99.)

321. Può aversi puro il iodio col processo indicato da Gay-Lussac, che è il seguente: si svaporano prima le acque che contengono la soda Vareck, finchè non depongono più sostanza salina, e quindi il liquido decantato per separarlo dal deposito, si mette in una storta tubolata, a cui si adatta un'allunga ed un recipiente, e si versa per la sua tubolatura una quantità di acido solforico da saturar tutta la soda e rimanervi in leggiero eccesso. Si riscalda dopo il liquido fino a che si manifesti lo sviluppo de'vapori violetti, i quali vanno a condensarsi nel collo della storta, nell'allunga e nel recipiente, ove poi si rinvengono cristallizzati in tante picciole lamine del colore del solfuro di antimonio nativo. Ottenuto così il iodio, si raccoglie, si lava con poca acqua che tiene sciolto un poco di potassa, e si distilla nuovamente in una storta per averlo puro.

Siccome il iodio trovasi nel liscivio adoperato allo stato di idriodato, così il Dott. Wollaston propose aggiungere al miscuglio tanto perossido di manganese, da corrispondere al peso dell'acido solforico adoperato, affinchè si riducesse il iodio con maggiore facilità.

322. Il processo poi da me proposto per ottenere il iodio, e che ora viene generalmente usato soprattutto ne'corsi di lezioni chimiche, è più pronto ed economico del precedente, ed è fondato sulla poco solubilità del iodio nell'acqua, mentre questo liquido ne scioglie appena i 0, 007 del suo peso.

Per aversi con tal processo il iodio, procuratosi prima il liscivio di ceneri di Zostera Oceanica, o di soda Va-

reck, si metta in un matraccio, al quale si adattano due tubi, uno piegato in due angoli retti per trasportare la sostanza gassosa, ed un altro a doppia curvatura per introdurre l'acido solforico nel matraccio; facendo comunicare il primo per la sua estremità in fondo di un cilindro di vetro, in cui siasi già posto un poco di acqua appena resa alcalina con poca potassa ordinaria, il quale poi si mette in un recipiente adattato per circondarlo di neve. Si versi allora l'acido solforico concentrato nel matraccio pel tubo di sicurezza, come quello della *fig. 32.* e quindi si riscaldi il liquido fino all'ebollizione. Il iodio allo stato di vapore si vedrà tutto ad un tratto attraversare il tubo ricurvo, e condensarsi lungo la sua curvatura, da cui verrà poi spinto dal vapore dell'acqua in fondo del cilindro di vetro, ove si condensa, e dopo si raccoglie. Può ripetersi quest'operazione, aggiungendo per lo stesso tubo di sicurezza altra piccola quantità di acido sul liquido contenuto nel matraccio, e facendolo bollire nuovamente; e ciò fino alla terza e quarta volta, perchè in ogni aggiunzione di acido si otterrà novella quantità di iodio. Finita l'operazione, si raccoglie il iodio decandandone l'acqua, e si prosciuga comprimendolo leggiermente fra più doppi di carta sugante.

In vece della soluzione di soda Vareck (1), può anche impiegarsi il residuo de'saponai, quando però si fosse fatto con questa specie di soda. Potrebbe anche aversi più sollecitamente il iodio, precipitandolo dal liscivio concentrato di soda Vareck o da quello della Zostera coll'acido nitrico, senza distillare il miscuglio; ma con tal mezzo si otterrebbe poco iodio.

Suberain servendosi di una soluzione acquosa, fatta con 1 parte di solfato di rame e 2 $\frac{1}{4}$ di vitriolo di ferro verde, colla quale volle anche separare il iodio dall'acqua madre della soda Vareck, pervenne a precipitarlo com-

(1) La soda Vareck che trovasi in Francia, è il resultamento della combustione di diverse specie di fuchi, che crescono in vicinanza del mare nella Normandia. In queste sostanze il iodio trovasi combinato alla potassa ed alla magnesia, come lo ha conosciuto Gautier, e propriamente allo stato di acido idro-iodico combinato a queste basi (*Ann. de Chim. T. XCIII. p. 75*).

pletamente unito al rame allo stato di ioduro ed in forma di polvere bianca. Si lava questa polvere, e seccata attentamente, si mescola al suo proprio peso di perossido di manganese secco, e si distilla ad una temperatura elevata. In tal modo il rame si ossida con una parte dell'ossigeno del perossido di manganese, e resta in unione di quest'ultimo, nel mentre che il iodio si volatilizza e si condensa nel recipiente. Berzelius dà la preferenza a questo processo allorchè il liscivio di soda contiene poco iodio.

Sia il liscivio di soda Vareck, sia quello di alga ec. quando si sono svaporati sino che più non depongono sali col raffreddamento, contengono sempre l'idroclorato e l'idriodato di soda e di magnesia, con qualche altro sale. L'acido solforico ed il perossido di manganese determinano la scomposizione dell'acido idroiodico, ed il iodio è separato e volatilizzato col vapore dell'acqua.

Proprietà fisiche.

323. Il iodio è solido; la sua tenacità è debole; ha un lucido metallico ed un colore turchiniccio, simile alla piombagine, o al solfuro di antimonio nativo. Si presenta ordinariamente in picciole lamine, e secondo Wollaston, quando è cristallizzato, la sua forma primitiva è l'ottaedro. Il suo peso specifico alla temperatura di + 17 centigradi è, secondo Gay-Lussac, di 4, 948. Il suo odore è analogo a quello del cloro, ma agisce più prontamente su gli occhi, appena che si apre una caraffina che lo contiene, producendo una leggiera sensazione dolorosa: il suo sapore acre e caldo si prolunga per molte ore nella bocca.

Proprietà chimiche.

Il iodio si fonde a + 107°, e si vaporizza da + 175° a + 180°, sotto la pressione ordinaria di 0, 76 centimetri di mercurio; esso però, a cagione della sua tensione, si riduce in vapori anche ad una temperatura inferiore; perchè tenuto in carafine anche a + 18 a + 24 si covre la superficie di vapore un pò violetto, che riempie il restante della sua capacità vuota; ed allorchè vien messo nell'acqua bollente, distilla facilmente con questo liquido. Quando poi in un matraccio col fondo schiacciato ed asciutto si mettono pochi grani di iodio, e si riscaldi con

una lampada ad alcool, la capacità del matraccio viene occupata dal vapore del iodio, che apparisce di un bellissimo colore violetto, ed allorchè è raffreddato, la sua parte interna si trova coverta di tante lamine molto lucide di figura romboidale, simili all'intutto alla sabbia di deutossido di ferro molto lucida. Conosceremo trattando dell'indaco, che questa sostanza riscaldata in un piccolo matraccio presenta il vapore violetto simile a quello del iodio, e come questo col raffreddamento si vede sparire.

Secondo gli sperimenti di Gay-Lussac, la tensione del vapore del iodio, trovata col calcolo, è 8, 6786.

Se il iodio asciutto si mette in contatto con un pezzetto di fosforo egualmente asciutto, questo si accenderà rapidamente, anche alla temperatura ordinaria; ma se le due sostanze sono appena umide, il fosforo entrerà in fusione solamente, combinandosi al fosforo senza che si accenda.

Sebbene il iodio fosse pochissimo solubile nell'acqua, come abbiamo precedentemente esposto, giacchè si domandano 7000 parti di questo liquido per scioglierne 1 di iodio, pure la soluzione è di un bel giallo carico; colore che sparisce come quello del bromo se facciasi bollire, dappoichè il iodio viene subito volatilizzato. L'alcool e l'etere sciolgono più facilmente il iodio, ed il primo che ne scioglie dippiù si colora in giallo-rosso oscuro più o meno carico.

Avendo gittata la polvere di antimonio nel vapore caldo di iodio, ho veduto innalzarsi un vapore densissimo, il quale probabilmente impedisce conoscere lo sviluppo della luce, come manifestasi quando la stessa polvere si gitta nel gas cloro.

Conosceremo altrove, che il iodio possiede la proprietà di scolorare molte sostanze vegetali come il cloro; e che esso ha pure una grande affinità per l'idrogeno, poichè lo toglie ad un gran numero di corpi, col quale poi forma *l'acido idro-iodico* (1).

(1) L'amido è uno de' migliori reagenti del iodio. Secondo ha osservato Stromayer, l'acqua che contiene 0, 0045o di iodio diviene di un bel colore azzurro, quando vi si versa un poco di soluzione di amido fatta nell'acqua distillata bollente. La carta tinta con colla di amido produce lo stesso effetto.

Azione del iodio su l' uomo e su gli animali.

324. Il iodio colora in giallo la cute, e preso internamente alla dose di una dramma ad una dramma e mezzo produce la morte determinando l' ulcerazione della membrana mucosa, come lo ha osservato Orfila (1). Dagli sperimenti poi di Magendie resulta, che introducendo anche la soluzione alcoolica di iodio nelle vene, alla dose di una dramma (2), non si ottiene alcun effetto apparente. Avendone lo stesso autore fatto inghiottire ad alcuni cani, il iodio fu vomitato, senza che si producesse alcun altro sinistro fenomeno. Magendie allora vedendo questa innocuità nel iodio, inghiottì egli stesso un cucchiaio da caffè di tintura di iodio, e non altro avvertì che un sapore disgustoso alquanto durevole (3).

Gli effetti sensibili che manifestansi dopo l' azione del iodio sono: 1 un aumento nell'espettorazione, ma senza tosse, nè scialivazione; 2 una sensazione di scottatura alla gola che dura un quarto di ora dopo ciascuna dose, sensazione che deve servire di regola, perchè divenendo

---

Per adoperar l'amido con più sicurezza, bisogna mescolarne un poco nel liquido in cui si sospetta esistervi iodio, dopo essersi prima reso leggiermente acido coll'acido idro-clorico, e lasciare il miscuglio in riposo in vasi chiusi per vedere se acquista il colore violetto. Baup, che è pervenuto a scoprire un millionesimo di iodio contenuto in qualche liquido, usa l'acido nitrico invece dell'acido idroclorico, e mette il miscuglio in un piccolo recipiente, ove poi vi sospende una striscia di carta umettata con acqua, su cui sarà stato posto poco amido in polvere. Con questo mezzo si è più sicuro nell'ammettere la presenza del iodio in un liquido, quando si vedrà la carta tingersi in violetto; poichè mescolando l'amido al liquido, può stare che vi esista in esso un prussiato, il quale dopo l'azione dell'acido si precipita in azzurro, e l'amido può esser colorato da quest'ultimo. Può anche ottenersi lo stesso resultamento, versando un poco di acido solforico nel liquore ove si sospetta il iodio, e postovi poco amido si fa riscaldare sino all'ebollizione. Il mezzo però più semplice e sicuro consiste nel mettere il liquido, in cui si sospetta esservi iodio, dentro un bicchiere con pochi granelli di amido, e quindi farvi passare qualche bolla di cloro: se questo contiene iodio, a capo di qualche istante prenderà una tinta bluastra alla superficie che è in contatto col cloro.

(1) *Toxicologie générale, Tom. I. Partie II*, p. 290.

(2) Questa soluzione che si chiama *tintura di iodio*, si ottiene secondo Coindet con 1 oncia di alcool a 35°, e 48 grani di iodio, ed essa deve esser sempre recentemente preparata.

(3) V. Formulario sull'uso de' nuovi medicamenti, di E. Magendie.

ecccssiva cagiona sintomi infiammatori, i quali bisogna sollecitamente arrestare col sospendere l'uso del iodio, e col dar bagni tiepidi, latte d'asina, emulsioni, ec. Quando poi l'uso del iodio fosse troppo continuato, allora produce de' sintomi che sono stati indicati col nome generale di *sintomi iodici*, e che si riducono alla palpitazione, somma debolezza, insonnio, tosse secca, debolezza di vista, tremore, ec.; e secondo Hufeland, diminuisce anche il volume delle mammelle.

Il iodio è un energico stimolante. La sua azione pare che si spieghi direttamente sul sistema riproduttore, e specialmente sull' utero. Esso non promuove il sudore, nè agisce sull'escrezioni ventrali, ma dà piuttosto tuono allo stomaco ed eccita l'appetito.

Coindet, medico a Ginevra, lo ha il primo usato con successo nella cura del gozzo, nelle scrofole, nelle malattie dell' ovaia, nella medorrea, nella sifilide. Il Pr. Brera coll' uso del iodio vide svanire una tabe mesenterica incipiente accompagnata da medorrea, in una ragazza di sedici anni; guarì un emottisi vicaria del flusso mestruo soppresso, accompagnata da sputo pituitoso-pirulento; un flusso disenterico dipendente da soppressa mestruazione; ed una clorosi complicata con perdita di sangue dall'angolo interno dell' occhio sinistro e con soppressa mestruazione.

Il iodio si è trovato utile nella leucorrea; nella clorosi; nella cicatrizzazione delle ulceri sifilitiche; nella risoluzione degl' ingorghi dipendenti dalla stessa cagione, ec.

Il iodio è usato in chimica per formare alcuni composti, oggi tanto utilmente usati in terapeutica, come alcuni sali, ioduri ec., che descriveremo a suo luogo.

Acido iodico.

325. Quest' acido scoperto da Gay-Lussac, fu ottenuto puro da Davy, che lo esaminò anche dopo più accuratamente, e stabilì allora la grande analogia del cloro col iodio, per gli composti simili che formavano. Esso non esiste in natura, nè può aversi coll'azione di-

retta dell' ossigeno sul iodo. (*Ann. de chimie t. XCI, et XCVI.*)

Estrazione.

326. Il processo di Davy consiste nel mettere in contatto il protossido di cloro col vapore di iodio, e quindi separarne il cloruro di iodio che si forma per mezzo del calore, onde avere l'acido iodico puro. L'operazione può farsi nel modo seguente: si mettano 2 parti e mezzo di clorato di potassa in polvere, e 10 di acido idroclorico (acido muriatico) di un peso specifico di 1,105 in un picciolo tubo chiuso da un estremo, come quello della fig. 86. A questo se li adatti l'altro tubo *c* più stretto piegato ad angolo retto che comunica col cilindro B, in cui si contiene il cloruro di calcio (muriato di calce fuso) per diseccare il gas, il quale poi si porta pel tubo *d* nel picciolo matraccio che contiene 1 parte di iodio. Basta allora riscaldare lentamente il fondo del tubo A che racchiude il clorato e l'acido, perchè il protossido di cloro si sviluppi e passi nel piccolo recipiente in cui è riposto il iodio. Appena il gas verrà in contatto del iodio si scompone; una parte di quest'ultimo si combina all'ossigeno del protossido di cloro e cambiasi in acido iodico, sotto forma di una sostanza bianca e fissa; e l'altra parte di iodio si unisce al cloro, formando cloruro di iodio, il quale poi si separa facilmente perchè volatile, riscaldando leggiermente il matraccio, e l'acido iodico rimarrà puro.

Proprietà.

327. L'acido iodico è solido, bianco ed alquanto trasparente. Esso non ha odore, ma il suo sapore è astringente e molto acido. Fatto agire sul tornasole, l'arrossa sulle prime, e dopo ne distrugge il colore. Riscaldato a 200° centig. si fonde, si scompone, e si cambia in vapore di iodio e gas ossigeno. La sua soluzione nell'acqua però, può svaporarsi lentamente sino a secchezza, senza che l'acido si scomponga. Riscaldato con alcune sostanze vegetali, come collo zuccaro, col carbone ec., detona fortemente; e lo stesso accade con altre sostanze ossigenabili, come con certi metalli molto divisi, ec. La sua soluzione acquosa attacca anche l'oro ed il platino, e vie-

ne intorbidata dagli acidi solforico, fosforico e nitrico, i quali vi formano de' precipitati cristallini. L'acido solforoso, idroclorico, ed idroiodico lo scompongono, dando luogo a diversi composti, ed i due ultimi sono essi stessi scomposti.

Composizione.

328. Dall' analisi di Gay-Lussac, dedotta dalla scomposizione del iodato di potassa, resulta, che siccome 100 parti di iodato secco somministrano, dopo la scomposizione col calore, 22, 59 di ossigeno, e 77, 41 di ioduro di potassio; allora essendo queste 77, 41 di ioduro composte da 58, 937 di iodio e 18, 473 di potassio; e conoscendosi da altri sperimeni analitici che le 18, 473 di potassio assorbono 3, 773 di ossigeno per passare a protossido, come è contenuto nel iodato; così restano solo 22,59 di ossigeno meno 3, 773, vale a dire 18, 817 per l'acidificazione delle 58,937 di iodio; quindi si deduce che l' acido iodico è formato in peso, da 100 di iodio e da 31, 927 di ossigeno, ed in volumi, da 1 volume di vapore di iodio e 2 volumi e mezzo di ossigeno (*Ann. de chim.*, *tom. XCI*, *p. 75.*); ciò che dà

In proporzioni, 1 di iodio 1561, 94 + 5 di ossigeno 500.
In atomi, ... 1 di iodio 1561, 94 + 5 di ossigeno 500.

Cloruro di iodio (*acido cloro-iodico*).

329. Gay-Lussac conobbe il primo questo composto, e l' ottenne facendo passare il cloro gassoso in un vaso che conteneva il iodio; il cloro venne assorbito sull' istante, si produsse un innalzamento di temperatura nella combinazione delle due sostanze, e si ebbe prima un liquido denso rosso-bruno cioè il *ioduro di cloro* o *proto cloruro di iodio*, e dopo una sostanza solida di colore arancio, che era il *percloruro di iodio* (1). Quest'ultimo è volatile

(1) Ho ottenuto con più facilità questa sostanza cristallizzata in tante picciole stelle color giallo ranciato, operando sopra 3 grammi di iodio, che posi in un piccolo matraccio nel fondo del quale feci comunicare un tubo che trasportava il cloro. Riscaldando allora il ma-

e può distillarsi senza scomporsi. Il suo sapore è acido, e cambia fortemente in rosso il tornasole. Disciolto nell'acqua perde il suo colore quasi interamente, scompone questo liquido, e si cambia in acido idro-clorico ed in acido iodico. Questa soluzione scolora per gradi molte sostanze vegetali, ed agisce similmente anche sulla soluzione d'indago nell'acido solforico. Messo in contatto col fosforo, o col potassio, li accende e vi forma dei composti che sono de' cloruri e ioduri di fosforo, o di potassio.

330. Ma Davy che esaminò dopo questo percloruro, dedusse da' suoi sperimenti, che la soluzione fatta nell'acqua non era accompagnata da scomposizione alcuna di questo liquido, e che il cloruro di iodio, attese le proprietà acide, doveva chiamarsi acido *cloro-iodico*. Dopo ciò, siccome 1 gram. di iodio assorbe circa 157 centimetri cubici di cloro, avvero 0, 474 gram., e questa proporzione può giugnere sino a 215 centim. cubici di cloro, così in quest' ultimo caso l'acido cloro-iodico sarebbe composto da 15,625 di iodio e da 7, 3 di cloro. Thomson che adottò pienamente l'opinione di Davy, lo considera formato da 1 atomo di iodio e da 2 atomi di cloro, o da 100 del primo, e da 57,6 di cloro. (*Système de chimie, t. I. p. 230.*)

Bromuri di iodio.

331. Il iodio forma col bromo due composti distinti; cioè il *proto-bromuro* ed il *per-bromuro di iodio*.

Proto-bromuro di iodio. Si ottiene trattando il bromo con un eccesso di iodio. Si ha una sostanza solida, che riscaldata somministra de' vapori di un bruno-rossastro,

---

traccio che conteneva il mescuglio per sviluppare il cloro, e quindi quello in cui era il iodio, nel presentare quest'ultimo allo stato di vapore al cloro, la combinazione ebbe più facilmente luogo.

Davy, a cui ebbi l'onore di assistere in Napoli nel 1819, durante le sue operazioni sui papiri Ercolanesi, il quale me ne aveve dato l'incarico, lo trovò simile a quello che ottenne quando scovrì l'*acido cloro-iodico*.

i quali si condensano col raffreddamento, producendo dei cristalli simili alle foglie di felce.

Per-bromuro di iodio. Si prepara come il precedente, adoperando però un eccesso di bromo. Esso è liquido, ed ha un colore molto carico.

I due bromuri si sciolgono facilmente nell'acqua, e la soluzione scolora la carta tinta col tornasole senza prima arrossirla. Esposti all'azione della pila, il bromo si porta al polo positivo ed il iodio al polo negativo, senza che si formi alcun composto acido con queste sostanze.

SEZIONE V.

Del fluoro.

332. L'opinione lungamente sostenuta che l'acido fluorico fosse stato un composto di una base *ignota* e di ossigeno, ammessa anche da' Gay-Lussac e Thénard, venne combattuta nel 1810 da Ampère, il quale dopo molti suoi sperimenti fu indotto a considerare l'acido fluorico composto dall'idrogeno e da un sostegno della combustione *ignoto*, che chiamò *phtoro*, voce che trasse dall'aggettivo greco che indica corrosione, deleterio (1).

Davy, a cui Ampère aveva già comunicati tali sperimenti sullo *phtoro*, estese maggiormente questa ipotesi, ed in varie memorie pubblicate nelle transazioni filosofiche del 1813 e 1814, fece conoscere che sebbene non avesse potuto ancora isolarsi questa sostanza, pure dietro sperimenti decisivi vi era ragione ad ammetterne come probabile l'esistenza, e sostituì anche il nome di *fluorina* allo *phtoro* di Ampère, oggi conosciuto più generalmente col nome di *fluoro*.

La difficoltà intanto di potere isolare il fluoro, non ancora ha fatto ammettere generalmente l'opinione di Davy e di Ampère; ma i nuovi fatti aggiunti dopo le ulteriori ricerche di Dumas, e soprattutto la grande analogia dell'acido fluorico coll'*acido idroclorico* ed *idroiodico* è ta-

(1) *Ann. de chim. et de Phys. II, p. 21*

le, che questa opinione è divenuta più probabile della prima, e deve perciò essere adottata (2).

Sperimenti che provano l' esistenza del fluoro.

333. Esponendo il Davy l' acido fluorico, che doveva essere un composto di fluoro ed idrogeno, secondo la teoria di Ampère, all' azione di una forte pila voltaica, ottenne l' idrogeno al polo negativo, e nel filo di platino del polo positivo vi si attaccò una polvere color cioccolatte, che Davy credè essere il fluoro.

Davy proseguendo questi sperimenti, volle riscaldare un miscuglio di cloro ed ossido di argento, che secondo Ampere doveva essere un *fluoruro* di argento; il vaso di vetro ove si facea l' operazione fu corroso, e si sviluppò *l' acido fluorico silicato*; ciocchè fece supporgli, che il fluore separato dall' argento avea prodotta la corrusione del vetro, e che il gas formato doveva essere un composto di fluore e di silicio; e l' ossigeno che erasi anche manifestato nello sperimento, doveva esser quello che era contenuto nell' ossido di silicio del vetro. E poichè la stessa operazione fatta in vasi di platino, o di altra natura, venivano anche fortemente attaccati, potè egli dedurne, che attese le proprietà corrosive del fluoro, e la sua grande affinità con gli altri corpi, si rendeva difficile ottenerlo isolato.

Nel contatto del potassio con l' acido fluorico si produsse una violenta azione, e si ebbe una sostanza solida, da cui sviluppossi gas idrogeno; il che rendè probabilissimo che l' acido fluorico era composto di fluoro ed idrogeno, e non già di ossigeno, e che la sostanza solida doveva considerarsi come un *fluoruro di potassio*. Dubitando Davy che l' acido da lui impiegato avesse contenuto dell' acqua, v' istituì sperimenti decisivi per provarlo, ma questi furono tutti negativi. (*Philosoph. Transact. 1813; p. 268*).

Il fluoro non ha azione alcuna sul cloro, sul iodio, e sul bromo; e dopo quanto si è esposto, non ha neanche azione sull' ossigeno.

(2) *Ann.s de Chim.*, *t. LXIX*, *et LXXXVIII. et Mémoires de la Société d' Arcueil; t. II.*

SEZIONE VI.

Dell' azoto.

334. Il Dott. Rutheford, Professore di botanica in Edimburg, nel 1772 fu il primo che scoprì l' *azoto* (1). Esso fu dopo chiamato *alcaligene*, *nitrogene*, *mofetta atmosferica*, *aria viziata*, perchè si credè l' aria guasta dal flogisto. Ma Lavoisier che esaminò più esattamente la composizione dell' aria atmosferica, conobbe che questa sostanza ne formava circa i $\frac{4}{5}$, e gli diede il nome di *azoto*, derivandolo dal greco che indica privativo di vita (§. 273.)

Stato naturale ed estrazione.

L' azoto è stato trovato puro da Fourcroy nella vescichette natatorie di alcuni pesci, soprattutto in quelle dei *carpi*. Esso però è abbondantemente sparso in natura, ed entra come parte costituente di tutte le sostanze animali, di molti vegetali, e particolarmente dell' aria atmosferica di cui ne forma i $\frac{4}{5}$ ec.; e sviluppasi in grande copia unito all' idrogeno, col quale forma l'-ammoniaca, allo stato di gas nella putrefazione delle sostanze animali.

Per avere l' azoto allo stato di gas e puro, basta bruciare 2 a 3 gram. di fosforo sotto di una grande campana di cristallo piena di aria atmosferica, come abbiamo esposto al §. 266., perchè quasi tutto l' ossigeno verrà assorbito dal fosforo, ed il residuo sarà l' azoto. Siccome però questo gas ritiene ancora una picciola quantità di aria che non è stata scomposta, ed un poco di gas carbonico contenuto nella stessa aria, così conviene passarlo sotto un altra campana piena di acqua di calce, onde quest'ultimo venghi assorbito, e dopo lasciarlo in contatto di qualche cilindro di fosforo che s' introduce sotto la campana che lo contiene. Quando non si veggono sviluppare più vapori bianchi dal fosforo, e che nell' oscu-

(1) Phil. Trans. Abr. V. 513.

ro questo non è più luminoso, si raccoglie il gas, facendolo passare sotto un altra campana piena di acqua di calce.

Schéele ottenne anche l'azoto scomponendo l'aria, col mettere sotto di una campana che ne era piena, una pasta fatta con limatura recente di ferro, fiori di zolfo ed acqua: l'ossigeno venne assorbito dal ferro, ed il residuo era l'azoto con poca aria.

Il processo di Berthollet somministra in più breve tempo anche l'azoto. Esso consiste nel riscaldare lentamente un mescuglio di carne muscolare ed acido nitrico allungato, introdotto in una piccola storta, o in un matraccio con tubo ricurvo, e raccogliere il gas sull'acqua. Volendo poi esaminare le proprietà dell'azoto in un corso di lezioni di chimica, ove non si domanda una grande purità nel gas, si fissi prima una picciola candela di cera accesa sopra un pezzo di sughero o di legno, posto sull'acqua, e quindi si covra con una campana piena di aria atmosferica. L'effetto sarà, che la candela vi brucerà sino che l'aria avrà perduto quasi tutto l'ossigeno, e dopo spenta, si vedrà introdurre una quantità di acqua nella campana, che sarà eguale al volume dell'ossigeno assorbito. Il residuo sarà l'azoto con poco acido carbonico ed aria non scomposta, e quando si volesse aver puro l'azoto possono anche separarsi col processo di sopra descritto, cioè l'acido carbonico coll'acqua di calce, e l'aria coi cilindri di fosforo.

Proprietà fisiche.

335. L'azoto è sempre allo stato di gas; non ha nè colore, nè sapore nè odore alcuno. Il suo peso specifico è, secondo Biot ed Arago, 0, 9691, e secondo Kirwan 0, 985; ma Thomson crede più esatto quello calcolato da Prout, di 0, 9722. Allora dietro quest'ultimo calcolo, un decimetro cubico di gas azoto alla temp. di 15 a 16 centig., e sotto la pressione barometrica di 76 centim. di mercurio, pesa grano 1, 171. La sua forza refrattiva, secondo Biot ed Arago, sta a quella dell'aria atmosferica :: 1, 00000, : 1, 03408. La sua capacità pel calorico è, secondo Crawford, 0, 7036, essendo 1, 0000 quello del-

l'acqua. Il peso di un atomo di azoto è, secondo Berzelius, 77, 66.

Proprietà chimiche.

336. L'azoto non mantiene la vita degli animali, nè la combustione. Così un animale immerso in questo gas vi muore, ed una candela vi si spegne. Secondo Henry, l'acqua assorbe appena $\frac{1}{13}$ del suo volume di questo gas.

Usi. — L'azoto non ha alcun uso sì nella medicina che nelle arti. Unito, o contenuto però con altre sostanze negli alimenti, forma la parte più interessante della nutrizione degli animali, poichè è provato che quegli i quali si obbligano a cibarsi di sostanze che non contengono azoto, vanno a perire più o meno sollecitamente.

L'azoto può formare de' composti distinti coll'ossigeno, col cloro, e col iodio, ma niuno di essi si ottiene combinandolo direttamente con queste sostanze. Esamineremo primamente quelli che forma coll'ossigeno, e che sono al numero di cinque, come lo abbiamo esposto al §. 229.

Protossido di azoto.

337. Il Dott. Priestley scoperse questo gas nel 1772, e lo chiamò *aria nitrosa deflogisticata*. Esso venne dopo distinto anche co' nomi di *ossido nitroso*, *ossido di azoto* ed *ossidulo di azoto*. Ma la conoscenza più esatta della maggior parte delle sue proprietà la dobbiamo alle ricerche di Davy, ed a quelle di Gay-Lussac e Thénard. (*Recherches Physico-chimiques*; Davy, *Filosofia chimica t. I.*).

Stato naturale ed estrazione.

338. Il protossido di azoto non è stato ancora trovato in natura. Può ottenersi allo stato di gas puro, riscaldando con una lampada ad alcool in una picciola storta il solo *nitrato di ammoniaca*. Lo sviluppo del gas diverrà poco dopo molto energico, e bisogna avvertire di non riscaldare troppo il sale fino a secchezza, perchè allora detona fortemente. Per conoscerne le proprietà più interessanti, può raccogliersi sull'acqua, ma per gli sperimenti esatti bisogna servirsi dell'apparecchio a mercurio.

Si comprende facilmente la formazione del protossido di azoto nella scomposizione del nitrato di ammoniaca, dappoichè essendo questo formato di acido nitrico, che è

composto di ossigeno ed azoto, e di ammoniaca, che contiene oltre l'azoto anche l'idrogeno; allora quest'ultimo si unisce all'ossigeno dell'acido per formare l'acqua, e l'azoto dell'ammoniaca si combina all'acido nitrico privo di una quantità di ossigeno, col quale forma un composto con eccesso di azoto e poco ossigeno, cioè il *protossido di azoto*. In fatti, questo gas nel suo sviluppo trasporta molto vapore acquoso.

Proprietà.

Il gas protossido di azoto è senza colore, ha odore debolmente aromatico, ed il sapore è alquanto dolce. La sua densità paragonata a quella del gas idrogeno, è :: 1, : 21; cioè 21 volte più del gas idrogeno. Prendendo poi l'aria atmosferica per unità, allora il suo peso specifico è di 1, 5269, essendo quello dell'aria 1, 0000. Cento pollici cubici di questo gas ad una temperatura e pressione media, pesano da 48 a' 49 grani (Davy). Il peso di 1 atomo di questo gas è, secondo Berzelius, 177, 26.

Questo gas mantiene la combustione di molti corpi, quasi come il gas ossigeno. Così una candela di cera accesa, ed immersa in questo gas, brucerà con grande vivacità, e si riaccende allorchè spenta, presenta nel lucignuolo qualche punto d'ignizione. Esso però non mantiene la vita degli animali, quantunque contenga più ossigeno dell'aria atmosferica. Ma allorchè questo gas si respira a poco a poco, produce sulle prime una specie di ubbriachezza piacevole, la quale è momentanea, e non lascia alcuna conseguenza funesta, se poi respirasi più a lungo si rende micidiale. Esso a cagione della prima qualità fu chiamato da Davy, che lo sperimentò egli stesso, *gas inebriante*; e venne dopo tal proprietà in questi ultimi tempi proposto come eccitante per curare il *cholera morbus*, ec.

Un filo di ferro sottile fatto a spira e preparato come abbiamo esposta parlando dell'ossigeno, se appena acceso il pezzetto di esca che si trova nella sua estremità, s'immerge in questo gas, vi brucia con maggiore energia, spandendo alcune scintille luminose. Il fosforo però, introdotto in una piccola campana ricurva sull'apparecchio a mercurio piena di questo gas, e riscaldato anche con una lampada ad alcool, può fondersi e sublimarsi, senza che s'in-

fiammi: ma se un pezzo di fosforo si accenda prima, e poi s'introduca nel gas protossido di azoto, la fiamma diverrà molto più brillante. Lo zolfo e la maggior parte degli altri corpi ossigenabili, per bruciare in questo gas richieggono un innalzamento maggiore di temperatura di quello che esiggono per abbruciare nel gas ossigeno; ciò che dipende dalla maggior coesione con cui l'azoto sta unito all'ossigeno, e perciò fa d'uopo di un innalzamento di temperatura maggiore per produrre la scomposizione del gas, onde i corpi vi brucino con maggiore energia; perchè questo gas sotto lo stesso volume dell'aria atmosferica contiene maggior quantità di ossigeno.

Il gas protossido di azoto esposto ad una forte temperatura si scompone, e si cambia in azoto ed in un composto che chiameremo *acido nitroso:* lo sperimento però debbe farsi in un tubo di porcellana rovente. Una forte pressione poi lo cambia in liquido (Faraday) (§. 222), e conserva questo stato a — 23, ma se mettesi di nuovo in contatto dell'aria ritorna allo stato di gas con esplosione.

Il cloro, il iodio e l'azoto non iscompongono il gas protossido di azoto. Conosceremo però in seguito che molte sostanze semplici non metalliche scompongono questo gas col mezzo del calorico. Una forte scarica di scintille elettriche, prima lo dilata e poi lo scompone; e se in questo caso si adoperino 40 misure di questo gas, si otterrà un espansione di 60 misure, le quali sono formate da 40 di azoto, e 20 di ossigeno in volume, o da 2 volumi del primo e da 1 volume del secondo, condensati in un sol volume.

Composizione — Introducendo 100 misure di questo gas sotto di una piccola campana ricurva piena di mercurio, e poi nella parte curva occupata dal gas qualche pezzetto di solfuro di bario, riscaldando quest'ultimo con una lampada ad alcool, il gas sarà scomposto, l'ossigeno assorbito dal solfuro, ed il residuo sarà l'azoto puro, il quale occuperà lo stesso volume che il gas protossido di azoto prima aveva. Dopo ciò, se tolgasi da 1, 5269, che è la densità del protossido di azoto, 0, 976, densità dell'azoto, la differenza darà la proporzione dell'ossigeno con-

tenuto in un volume di gas protossido, che è o, 5509; ma poichè questo numero differisce ben poco da o, 5513, che è la metà della densità dell'ossigeno, ne segue che il protossido di azoto è formato da 1 volume di gas azoto e da ½ volume di ossigeno, condensati in un sol volume; ciò che dà in peso, 100 del primo e 56, 49 dell'ultimo (Gay-Lussac).

La sua composizione allora verrebbe rappresentata,

In proporzioni, 1 di azoto	177, 04	+ 1 di ossigeno 100, 00
In atomi,..... 2 di azoto	177, 04	+ 1 di ossigeno 100, 00
2 at. di protos =	277, 04	

E sopra 100 parti: azoto 63, 9, ossigeno 36, 1 = 100.

Deutossido di azoto o gas nitroso.

339. Quest'altro composto di azoto con più ossigeno fu scoperto dal Dott. Hales, e le sue proprietà particolari come fluido elastico, furono esaminate la prima volta da Priestley nel 1772. Esso ricevè sulle prime i nomi di *gas nitroso, ossido nitroso, ossido nitrico, ed ossido di azoto;* ma Davy e Gay-Lussac, che lo esaminarono più attentamente, li dettero il nome *di deutossido di azoto (Davy. Filosofia chimica I. 211 ; Gay-Lussac , Mem. d' Arcueil II.).*

Estrazione.

Si ottiene questo gas, facendo agire l'acido nitrico di commercio sul mercurio posto in una piccola storta, o in un matraccio, a cui dopo si adatta un tubo ricurvo. Può anche adoperarsi la limatura di rame in vece del mercurio, ed il più piccolo calore è sufficiente perchè si sviluppi abbondantemente.

Appena la reazione ha luogo fra l'acido ed il rame, o il mercurio, formasi molto gas deutossido di azoto, che resulta da una parte dell'acido che si scompone, e l'ossigeno si combina ad uno de' metalli, col quale forma un ossido che resta poi unito all'acido che non si è scomposto. Così adoperando il rame e l'acido-nitrico, ecco dopo Dumas l'espressione delle reazioni prodotte:

Atomi impiegati		Atomi prodotti	
3 at. di rame....	= 1187, 07	2 at. di deutos. d'azoto	= 377, 04
3 at. di acido sec.	= 2708, 16	2 at. di nitrat. di rame	= 3518, 19
	3895, 23		3895, 23

Questo gas non deve esser raccolto, che quando il suo sviluppo diviene più rapido, e che i vapori rossi appariscono assai densi nell'uscire dall'estremità del collo della storta o del tubo ricurvo, perchè allora si è certo che l'aria della storta è stata interamente discacciata. Siccome un volume di acqua ne assorbe appena $\frac{1}{17}$ di questo gas, così può raccogliersi nell'apparecchio idropneumatico; ma per gli sperimenti esatti fa duopo sostituire all'acqua il mercurio.

Per conoscere se questo gas è puro, si fa passarlo sotto una piccola campana piena di una soluzione di vitriolo di ferro (*proto-solfato di ferro*), agitandolo con questo liquido per vedere se viene completamente assorbito.

Proprietà.

Il gas deutossido di azoto è un fluido elastico permanente, invisibile come l'aria atmosferica. Non si conosce se ha alcun sensibile odore, dappoichè appena viene in contatto dell'aria cambiasi in un vapore rosso-scuro, combinandosi all'ossigeno, col quale vi ha grandissima affinità. La sua azione sulla tintura di tornasole è nulla. Esso estingue i corpi in combustione, ed è sommamente nocivo alla respirazione. Il solo fosforo vi brucia con molto splendore, allorchè infiammato vi si mette in contatto. Il suo peso specifico è, secondo Davy, a quello dell'idrogeno, :: 14, : 1. Cento poll. cub. di questo gas ad una temperatura e pressione media pesano circa 32 grani. Paragonato poi all'aria atmosferica, è, secondo ha sperimentato Gay-Lussac, :: 1, 0390, : 1, 0000.

Questo gas è scomposto, egualmente che il protossido di azoto, dal calore e dall'etettricità. I corpi ossigenabili semplici, come il cloro, il bromo ed il iodio, non lo alterano alla temperatura ordinaria quando è secco. Il solo ossigeno lo scompone rapidamente, e lo cambia in *acido*

nitroso. Ma ad una temperatura più o meno elevata, tutti questi corpi lo scompongono appropriandosi dell'ossigeno. Conosceremo in seguito, come questo gas possa servire da mezzo analitico dell'aria atmosferica, assorbendo da questa tutto l'ossigeno che contiene, e lasciando l'azoto perfettamente puro.

Il gas deutossido di azoto è composto di 100 parti di azoto e di 100 di ossigeno. La sua composizione può provarsi introducendone sotto di una campana ricurva una quantità conosciuta, e facendovi dopo passare alcuni pezzetti di solfuro di bario. Il gas ossigeno sarà completamente assorbito da questo solfuro, e l'azoto residuo darà la quantità di ossigeno contenuta nel deutossido. Gay-Lussac operando allo stesso modo, come sul protossido di azoto, ha potuto conoscere, che il deutossido analizzato è formato da volumi eguali di ossigeno e di azoto, uniti in modo che non provano alcuna condensazione; in peso poi da 100 di azoto e 112, 98, di ossigeno; ovvero da 1 atomo di azoto e 2 atomi di ossigeno. Dopo ciò la sua composizione verrebbe rappresentata,

In proporzioni, da 1 di azoto, 177, 02 + 2 di ossigeno 200.
In atomi, ... da 1 di azoto, 177, 02 + 2 di ossigeno 200.

Acido ipo-nitroso.

340. Gay-Lussac, a cui è dovuta la scoperta di quest'acido, non è riuscito ancora ad ottenerlo nello stato puro ed isolato da ogni altra combinazione. Resulta però da' suoi sperimenti, che facendo passare sotto di un tubo pieno di mercurio 500 a 600 parti di gas deutossido di azoto, quindi un poco di soluzione di potassa di commercio, e dopo 100 parti di gas ossigeno, si produce un assorbimento di 500 parti, provenienti da 100 di ossigeno e da 400 di di deutossido di azoto. E dappoichè 400 parti di deutossido di azoto sono composte da 200 di azoto e 200 di ossigeno; allora l'acido ipo-nitroso che si è formato ed unito alla potassa, resulta da 100 di azoto e 150 di ossigeno, o da 1 atomo di azoto e 3 atomi di ossigeno. Lo stesso Gay-Lussac avendo lasciato una soluzione con-

centrata di potassa in contatto del gas deutossido di azoto sotto di una campana graduata posta sul mercurio, a capo di 3 mesi ottenne un assorbimento dal quale conobbe, che 100 parti di deutossido di azoto si erano ridotte a 25 parti di protossido di azoto, ed in fondo della soluzione di potassa furono trovati de' cristalli di nitrito di potassa. Quest'acido non può essere isolato dalle sue combinazioni, perchè si scompone facilmente, e si cambia in deutossido di azoto che si sviluppa, ed in acido nitroso o nitrico che resta unito all'alcali. *(Ann. de Chimie et de Physique, t. I. p. 399.)*

Acido nitroso.

341. Schèele occupato da più tempo in un lavoro sul manganese, che pubblicò nel 1774, fece conoscere che quando si calcina il nitrato di potassa (nitro) ad un colore rosso in una storta di gres, si sviluppa molto gas ossigeno puro, ed il nitro che si ha per residuo, contiene un acido diverso da quello che prima entrava nella sua composizione *(Schèele, Opusc. I., 59.)*. Molto dopo Berzelius conobbe il primo, che riscaldando fortemente in una storta di vetro il nitrato di piombo si otteneva un liquido di color giallo carico. Ma il nuovo acido di Schéele fu più accuratamente esaminato da Gay-Lussac, e soprattutto da Dulong, a cui poi dobbiamo le conoscenze più esatte su le proprietà le più importanti e sulla composizione di quest'acido. *(Ann. de chim. et Phys. I. p. 405, e 817.)*

Stato naturale ed estrazione.

L'acido nitroso non si è ancora trovato naturalmente. Dulong è pervenuto ad ottenerlo allo stato liquido, distillando il nitrato di piombo in una storta ordinaria di vetro, e circondando il recipiente con un mescuglio frigorifico per condensare il gas. Appena che il nitrato si riscalda, si scompone il suo acido nitrico, e sviluppasi ossigeno gassoso, che può raccogliersi adattando un tubo ricurvo alla tubolatura del recipiente, e gas nitroso in forma di vapore rosso-arancio, che si condensa nel recipiente medesimo.

Una proporzione di nitrato di piombo = 2071, 52, dà 1 proporzione di acido nitroso = 477, 02, 1 proporzione di ossigeno = 100, ed 1 proporzione di protossido di piombo = 1394, 50.

Proprietà fisiche e chimiche.

L'acido nitroso, allo stato liquido, è di color giallo-arancio alla temp. di 16° a 28°; di un giallo-rossiccio a 0°; quasi scolorato a — 10; perfettamente scolorato a — 20; ed alla temp. poi di — 40 si rappiglia in una massa bianca. Il suo sapore è assai caustico; ha un odore molto forte; la sua densità è di 1, 451. Appena si mette in contatto con la cute, la colora subito in giallo e quindi la disorganizza. Esso agisce energicamente sul tornasole, che colora fortemente in rosso; ed allorchè è solido e si mette in contatto dell'acqua, manifestasi una viva effervescenza prodotta da molto gas nitroso che si sviluppa. Esposto quest'acido alla temp. di +28.° entra in ebolizione e si volatilizza, ed alla temp. ordinaria di + 15.° spande molti fumi rutilanti.

L'acido nitroso secco non ha azione alcuna sull'ossigeno anche secco, ma quando vi si mette in contatto unitamente all'acqua, esso può assorbire una certa quantità di questo gas, e cambiarsi in acido nitrico. Esso fa bruciare molti corpi ossigenabili, come il fosforo, lo zolfo, il potassio ec., e mantiene energicamente la combustione di una candela di cera, la quale vi si riaccende allorchè conserva ancora un punto in ignizione nel suo luccignuolo. Versato ed agitato quest'acido in molt'acqua, si scompone quasi intieramente: allora 3 proporzioni ne producono 1 di deutossido di azoto che, si sviluppa allo stato di gas, il quale poi cambiasi nuovamente in acido nitroso mercè l'ossigeno dell'aria, e 2 proporzioni di acido nitrico, che restano sciolte nell'acqua unite all'altra parte dell'acido nitroso non iscomposto. In una più piccola quantità di acqua poi, si sviluppa appena poco gas deutossido di azoto, e la soluzione prende una tinta di un verde molto carico. Aggiugnendo allo stesso liquido a poco a poco più acido nitroso, si vedrà acquistare successivamente vari colori, come blò-verdastro, verde carico, ec., e lo sviluppo del gas deutossido di azoto di-

minuirà progressivamente in ogni volta, sino a che cessa del tutto: unito poi all'acido nitrico scolorato e fumante, lo colora in giallo più o meno intenso.

Composizione.

342. Secondo gli sperimenti di Gay-Lussac, 1 volume di gas ossigeno e 2 volumi di gas deutossido di azoto, secchi, sottoposti ad un freddo di — 20.° possono liquefarsi e formare l'acido nitroso. Dulong poi, avendo fatto passare questo gas attraverso un tubo di porcellana rovente che conteneva dei fili di rame, ottenne lo sviluppo di tutto l'azoto, e l'ossigeno restò interamente fissato sul metallo. Calcolando allora, dopo avere adoperate tutte le precauzioni descritte pel peso specifico de' gas, al §. 219, sull'aumento di peso del rame e su la quantità di azoto ottenuto, deducendone il peso primitivo del metallo, potè stabilire che l'acido nitroso era composto in peso, da 100 di ossigeno e da 44, 25 di azoto; ciò che dà in volumi, 2 volumi del primo ed 1 volume del secondo. (*Ann. de chim. et de Phys. tom. II. p. 317.*)

Quindi la sua composizione sarebbe rappresentata,

In proporzioni, da 1 di azoto 177, 02, + 4 di ossigeno, 400.
In atomi, ... da 2 di azoto 177, 02, + 4 di ossigeno, 400.

E 100 parti di quest'acido si compongono da 30, 69 di azoto, e 69, 31 di ossigeno. La stessa composizione potrebbe rappresentarsi da

1 at. di acid. nitrico	=	{ 2 at. di azoto 5 at. di ossigeno
1 at. di acid. iponitroso	=	{ 2 at. di azoto 3 at. di ossigeno
		4 at. di az. + 8 at. di ossig.

Dell'acido nitrico.

343. Raimondo Lullo di Majorca nel 1225 ottenne la prima volta quest'acido, distillando un mescuglio di nitrato di potassa (nitro comune) e di argilla. Fu distinto allora col nome di *spirito di nitro fumante, acqua forte;* e

dopo la riforma della nomenclatura, fu chiamato *acido nitrico*, e quindi da Chaptal *acido azotico*, come più esatto; ma il nome di acido nitrico venne dopo più generalmente adottato.

Non vi ha forse altra sostanza che sia stata meglio esaminata come l' acido nitrico. Glaubero l' ottenne dopo di Raimondo Lullo, distillando il nitro coll'acido solforico. Cavendisch col mezzo delle scintille elettriche ne produsse la sua scomposizione fin dal 1780; ma in seguito fu analizzato più accuratamente da Davy (*Ann. de chimie tom. XLII. e XLIII.)*, da Dalton (*Nouveau Systéme de chimie)*, e da Gay-Lussac. (*Ann. de Chim. et de Phys. t. I. p. 394.)*

Stato naturale.

L'acido nitrico si trova naturalmente unito ad altre sostanze, soprattutto alla calce, alla magnesia, alla potassa, in alcuni succhi vegetali, ec. Si produce ancora dopo la putrefazione delle sostanze animali; ma allora è sempre allo stato di combinazione.

Estrazione.

Per aversi in grande si faccia un mescuglio di 6 parti di nitrato di potassa fuso e 4 di acido solforico concentrato. Si metta il nitro in polvere in una storta tubolata, alla quale poi si adatta un recipiente, e due o più bottiglie co' soliti tubi di communicazione, come si vede nella *fig. 24*. Si versi l'acido pel tubo di sicurezza H adattato nella tubolatura della storta, e chiuse esattamente le giunte dell'apparecchio con loto grasso, coverto da uno strato di argilla, si cominci la distillazione riscaldando gradatamente la storta. Si avrà primamente lo sviluppo di una quantità grande di vapori rossi di acido nitroso, i quali riempiranno la capacità della storta, del recipiente, e quella della prima bottiglia; quindi si vedranno sparire, e poi apparire di bel nuovo nella fine dell'operazione, in cui diverranno più abbondanti e più densi. L'acido di colore giallo rossiccio comincia a passare nel recipiente, e l'acqua delle bottiglie se ne satura a misura che il suo sviluppo e quello dell'acido nitroso fassi più rapido. Si prosegua così l'operazione, finchè riscaldando al rosso il fondo della storta non si sviluppa più sostanza

gassosa alcuna; quindi si sospenda l'azione del fuoco, e si lasci l'apparecchio finchè si raffreddi lentamente. L'acido raccolto nel recipiente unito al liquido della prima bottiglia, perchè più saturo, si conserva in bocce ben chiuse con turaccio smerigliato. Se l'acqua contenuta nelle altre bottiglie è colorata in giallo-rosso, come quella della prima, potrà unirsi all'altro acido ottenuto; ma se non è carica abbastanza di acido fa duopo passarvi altro vapore di acido nitrico ed acido nitroso, sviluppandolo similmente da altro mescuglio di nitro ed acido solforico, finchè se ne sia maggiormente saturata.

Volendo poi aver sollecitamente minor quantità di quest'acido, può adoperarsi una storta ed un recipiente, allungando allora l'acido solforico con l'eguale peso di acqua, e distillando il mescuglio sino a secchezza, come si è fatto nel primo processo. Invece di storta, può sostituirsi un matraccio di vetro lutato (*fig. 34*), mettendovi il nitro e l'acido solforico concentrato, l'acqua nelle bottiglie ec.

I fenomeni che accompagnano questa operazione sono facili a spiegarsi. Siccome l'acido solforico allorchè viene in contatto dell'acido nitrico lo cambia in acido nitroso ed ossigeno, così la sua prima azione sul nitro essendo quella di separare un poco di acido nitrico, ed esso trovandosi in eccesso, si vede sviluppare invece gas nitroso ed un poco di ossigeno; ma quando il mescuglio sarà entrato in fusione, l'acido solforico che trovasi in contatto con tutte le molecole del nitro, si combina alla potassa, diminuisce nella quantità libera, e quindi sviluppasi solo l'acido nitrico, il quale si separa trasportando l'acqua dell'acido solforico, che impedisce la reazione di quest'acido su quello del nitro. Nella fine dell'operazione poi, essendosi sviluppata tutta l'acqua, e l'acido solforico in eccesso trovandosi nella storta in uno stato di concentrazione maggiore, reagisce nuovamente su gli elementi dell'acido nitrico e lo scompone; ciò che produce allora un altra volta lo sviluppo di una più grande quantità di gas nitroso, e soprattutto di gas ossigeno, il quale potrà raccogliersi dall'ultimo tubo ricurvo che comunica sotto la bottiglia piena di acqua posta sul tino pneumatico. Se poi l'acido solforico fosse allungato, come nell'altro processo, in tal

caso non si formeranno vapori rossi, che verso la fine dell'operazione, de'quali una porzione è dovuta all'acido idroclorico separato da qualche cloruro contenuto nel nitro, scomposto dall'acido solforico, formandosi acqua, cloro e gas nitroso.

L'acido nitrico ottenuto col processo descritto non è puro. Esso contiene oltre una quantità di acido nitroso che lo colora in giallo, o in giallo rosso-scuro se l'acido nitroso è predominante, dell'acido solforico, ed un poco di cloro che proviene dalla scomposizione di qualche cloruro contenuto nel nitro, sebbene la sua quantità è sempre esilissima.

Si depura quest'acido dal cloro e dall'acido nitroso, col processo indicato da Lassone e de Cornette, distillandolo una seconda volta ad una temperatura moderata, finchè non passi nel recipiente più liquido colorato, e ciò che rimane nella storta è l'acido nitrico scolorato che contiene un poco di acido solforico. Si tolga allora il recipiente che è unito alla storta, se ne adatti un altro per raccogliere l'acido nitrico puro e concentrato, che si ottiene distillando il liquido della storta finchè i $\frac{7}{8}$ siano passati nel recipiente. Se la distillazione è fatta ad una temperatura che volatilizza l'acido nitrico solamente, l'acido solforico rimarrà in fondo della storta. Si può anche depurare quest'acido dall'acido nitroso, distillandolo sul perossido di manganese, o sul litargirio, impiegando almeno 2 once di queste sostanze per ogni libbra di acido; l'acido nitroso passerà in acido nitrico, ed il liquido che distilla sarà perfettamente scolorato. Con questo mezzo però si otterrà unito ad un poco di acido solforico ed a pochissimo cloro. Ma se invece di manganese si adoperi il nitrato di piombo nella stessa proporzione, e si distilli il miscuglio leggiermente finchè ne rimanga $\frac{1}{9}$ nella storta, l'acido passerà scolorato e puro; dappoichè l'acido solforico ed il cloro si combineranno al piombo, formando due composti fissi, cioè cloruro e solfato di piombo, che rimarranno in fondo della storta.

Proprietà.

L'acido nitrico puro è un liquido scolorato, che spande de'fumi bianchi in contatto dell'aria; il suo sapore è molto

caustico e corrosivo. Esso agisce con molta energia sulla cute, la disorganizza prontamente, e vi produce macchie di color giallo, le quali cadranno quando si rinnova l'epidermide.

La luce agisce fortemente sull'acido nitrico (§. 108); si produce gas nitroso che colora il liquido, e si separa una quantità di ossigeno; percui fa duopo conservarlo in bocce di cristallo smerigliate, e lontane dal contatto della luce. Lo stessso effetto vi produce l'acido solforico, il quale anche lo cambia in acido nitroso ed ossigeno. L'acido idroclorico lo muta in acido nitroso, ma l'ossigeno forma acqua coll'idrogeno dell'idracido e sviluppasi cloro.

Il peso specifico di quest'acido varia secondo che contiene più o meno quantità di acqua, la quale è impossibile separar completamente. Questa difficoltà di avere l'acido nitrico sempre di un peso specifico costante, ha richiamata l'attenzione di più chimici: così Kirwan (1). Davy (2), Berthollet (3), Gay-Lussac (4), e soprattutto Dalton (5), han fatto conoscere che l'acido nitrico di un peso specifico di 1, 42 entra in ebollizione alla temperatura di 120 centigradi, e che questa avviene più facilmente a misura che cresce il suo peso specifico, e diminuisce la quantità di acqua che contiene. Così l'acido nitrico di una densità di 1, 62 che è al *maximum* della sua concentrazione, bolle a +−38° centigradi; quello di 1, 54, a +−79°; di 1, 51 a +−86°, e diminuendo così fino ad 1, 14, la sua ebollizione avviene a +−105 centigradi *(V. Thomson, Systêm. de chim. II. 85 ed 86.)*

La semplice azione del calore è sufficiente a scomporre l'acido nitrico. Alla temperatura di +−86' centigradi, e sotto la pressione di 76 millimetri di mercurio, quest'acido entra in ebollizione, si vaporizza e si condensa nel recipiente, riducendosi, una porzione in acido nitroso, che colora in giallo il liquido distillato, ed in gas ossigeno che si sviluppa. Ad un calor rosso poi è rapidamente scompo-

(1) Phil. Transact. IV.
(2) Recherches, p. 41, et Ann. de Chim. t. XLII, et suiv.
(3) Journ. de Phys. 1807, Mars.
(4) Ann. de Chim. et de Phys. t. 1. p. 394.
(5) New System. of. chemical Philosophy, I. pag. 355.

sto, producendo maggior quantità degli stessi resultamenti. Lo sperimento si fa in un tubo di porcellana rovente, adattandovi ad una delle sue estremità una storta che contiene l'acido, ed all'altra un tubo di sicurezza di Welther piegato in tre rami paralleli, il quale poi si fa immergere nel fondo di un bottiglia a due gole in cui si metterà dell'altro acido nitrico, adattandovi all'altra gola un tubo ricurvo che si fa comunicare sotto di una campana piena d'acqua. Quando il tubo di porcellana sarà rovente, si riscalda la storta, l'acido ridotto in vapori verrà scomposto, e si otterrà, acido nitroso, che sarà assorbito dall'acido nitrico contenuto nella bottiglia, e gas ossigeno che si raccoglierà nella campana sul tino pneumatico. La *fig.* 78. rappresenta la parte più importante di questo apparecchio.

Acqua forte.

344. L'acido nitrico può unirsi in tutte proporzioni coll'acqua. Se quando è ottenuto con la prima distillazione, che contiene molto acido nitroso e poco acido solforico e cloro, si allunga coll'eguale peso di acqua, si avrà *l'acqua forte* di commercio. Distillando a secco, e ad un fuoco alquanto forte, un mescuglio di 4 parti di vitriolo di ferro (*protosolfato di ferro*), 2 di allume (*bi-solfato di allumina e potassa*), e 5 di nitro grezzo, si ottiene un liquido di color giallo-verdastro, che è un mescuglio di acido nitrico, e di acido nitroso.

In molte fabbriche di acqua forte si adoperano più sovente le argille rosse, le quali mescolate al nitro grezzo si distillano ad un forte calore. Chaptal, impiegando 200 libbre di terra bolare, ed altrettanto nitro raffinato, ne ottenne con la distillazione, poco gas nitroso, gas acido carbonico, e 75 libbre di acido scolorato e molto concentrato, che segnava 40 gradi; avendo ricavato dal residuo anche molto nitro non iscomposto (Captal, *Chimica applicata alle arti, III. 51.*): questo residuo chiamavasi *cemento d'acqua forte*, e serviva ad ottener l'allume per la potassa e l'argilla che conteneva. Il fenomeno si spiega ora per la tendenza che ha l'ossido di alluminio a far da acido con la potassa, e quindi il residuo è l'*alluminato* di questa base. L'inconveniente di questo processo stava nell'acqua che quasi mancava ne'materiali, e quindi do-

veva aversi poca quantità dell'acido del nitro adoperato. Perciò tal processo non è ora più eseguito, ed alle argille, al vitriolo ed all'allume si sostituisce l'acido solforico, adoperando per economia semplicemente il nitro grezzo.

L'acido nitrico può assorbire molto acido nitroso e colorarsi più o meno in rosso, secondo la quantità che ne scioglie. Così quando in un tubo stretto ed alto si metta nel suo fondo un poco di mercurio, e quindi si riempia pe' due terzi di acido nitrico concentrato, si produrrà molto gas nitroso, il quale verrà assorbito dall'acido che è più vicino al metallo, ed il gas non si porterà nella superficie dell'acido, che quando questo ne sarà saturato e colorato in verde, e qualche volta in verde-giallo. Lo stesso può ottenersi in altro modo, facendo cioè passare direttamente il gas nitroso nell'acido nitrico scolorato.

Composizione.

345. Mayow suppose il primo nel nitro un principio analogo a quello ammesso allora nell'aria. Cavendisch ed Hales provarono che nella distillazione dell'acido nitrico si produceva un fluido elastico, il quale posto in contatto coll'aria atmosferica veniva fortemente alterato. Cavendisch produsse quest'acido bruciando un mescuglio di ossigeno (che probabilmente conteneva un poco di azoto), ed idrogeno. Lo stesso ebbe con una scarica continuata di scintille elettriche, diretta su di una quantità di aria atmosferica contenuta in un tubo di vetro, la quale diminuì sensibilmente di volume. Questi sperimenti ripetuti da Van Marum, e da Van Troostwyk, dettero gli stessi resultamenti, e quindi non potè più dubitarsi che quest'acido fosse un composto di ossigeno ed azoto.

Ma gli sperimenti più esatti su la composizione dell'acido nitrico si devono a Dalton (1), Davy (2), e Gay-Lussac (3). Quest'ultimo provò, che quando s'introducono successivamente sotto un tubo graduato di 8 a 10 milimetri di diametro, 200 misure di gas deutossido di azoto, e 300 di ossigeno, si produce dopo pochi minuti un

(1) Dalton's New system of Chemistry. II, 553.
(2) Elementi di Chimica filosofica 2.
(3) Ann. de Chim. et Phys. I, 404.

assorbimento di circa 350 misure, e si ottiene l'acido nitrico puro ed un residuo di 150 misure di ossigeno; il che prova che tutto il deutossido di azoto è stato assorbito. E poichè le 200 misure di gas deutossido di azoto resultano da eguali volumi di ossigeno e di azoto, ne siegue che l'acido nitrico è composto da 1 volume di azoto e da 2 volumi e mezzo di ossigeno; ed in peso da 26, 15 del primo e da 73, 85 dell'ultimo, non compresovi le ultime porzioni di acqua che è impossibile seperare compiutamente (1). Questa composizione allora, rapportata in atomi sarebbe:

Azoto 2 at. = 177, 02 + Ossig. 5 at. = 506, 00
1 atomo di acido nitrico anidro è = 677, 02.

La stessa composizione potrà provarsi anche in altro modo, introducendo cioè in un recipiente di cristallo vôtato prima di aria 200 misure di gas deutossido di azoto, e 300. misure di gas ossigeno: allora dall' assorbimento prodotto, e dal residuo dell'ossigeno si avranno gli stessi resultamenti.

Usi.

Gli usi dell'acido nitrico sono estesissimi. Il chimico lo impiega in molte analisi, nella soluzione e nell'ossidazione della maggior parte de'metalli; nella composizione de'sali detti nitrati; nella preparazione di molti acidi, come il solforico, il fosforico, l'ossalico, ec. In medicina è adoperato come caustico, e Guyton de Morveau lo ha usato in vapore per disinfettare le sale de'grandi ospedali. Nelle arti è anche sovente usato, e soprattutto nella soluzione dell'oro e dell'argento, (V. questi metalli); nella tintura, serve per incidere il rame; nella doratura, nel saggio delle monete, nello *spartimento* dell'oro ec.

Cloruri di azoto.

346. Si conosce un solo cloruro di azoto ed è quello sco-

(1) Davy Elémens de Phylosophie chim. t. 1; Gay-Lussac, Ann. de Chim. et de Phys. t. 1. p. 403.

verto da Dulong nel 1811, ma gli sperimenti furon pubblicati nel 1812, poichè ferito per la seconda volta da due forti detonazioni in cui vi perdè un occhio, non potè proseguire le ricerche sulle proprietà di questa nuova sostanza. Ampere, avendone comunicata la scoverta a Davy lo indusse a trovare il mezzo onde procurarsi questa nuova sostanza, giacchè se ne ignorava il processo; e vi pervenne dopo che fu informato da Children che Burton a Cambridge aveva ottenuta una sostanza oleosa facendo passare una corrente di cloro attraverso una soluzione di nitrato di ammoniaca (Davy *Phil. Trans. 1813 p. 1, e 241.*). Ma dopo Porrett, Wilson e Rupert Kirk intrapresero altri sperimenti più esatti onde stabilir meglio le proprietà del cloruro di azoto *(Nicholson's, Jour. XXXIV, 180, e 276.)*

Estrazione. — Si ottiene il cloruro di azoto facendo sciogliere nell'acqua a 40 centigradi il nitrato di ammoniaca, in quantità tale da ottenere una soluzione alquanto concentrata, la quale poi si mette in una capsola su di cui vi si rovescia una piccola campana cilindrica di vetro piena di cloro, onde metterlo così in contatto colla soluzione salina. Il cloro verrà lentamente assorbito, ed il cloruro formato si riunisce a poco a poco nella superficie del liquido, e poi cade nel fondo della capsola. Il processo col quale l'ottenne la prima volta Dulong è più complicato. Esso consiste nel situare verticalmente un imbuto col suo collo tirato alla lampada per questa estremità nel mercurio posto in una capsola. Dopo si mette nell'imbuto una soluzione acquosa di sale ammoniaco, fatta con $\frac{1}{12}$ di questo sale, e poi per mezzo di un tubo che si fa immergere sin dove sta il mercurio vi si introduce una soluzione saturata di sal comune, la quale comechè più pesante si manterrà in fondo e divisa dall'altra soluzione. Si fa quindi passare nel liquore di sopra una corrente di cloro, ed a poco a poco vedrà formarsi il cloruro di azoto, il quale gradatamete si riunirà in fondo della soluzione di sal comune vicino il mercurio. In questo sperimento, come nel precedente, una parte di cloro si combina all'idrogeno dell'ammoniaca del sale, e l'azoto forma col cloro in eccesso il cloruro di azoto.

È necessario prendere tutte le precauzioni nel raccogliere questo composto, e non eseguire sperimenti su di esso che sopra due o tre granelli per volta.

Proprietà.—Il cloruro di azoto è denso come l'olio di olive, ma non è punto di natura oleosa; ha colore giallo-scuro, ed un odore particolare e molto forte. Appena si espone in contatto dell' aria si volatilizza prontamente senza lasciare residuo. A 30 centigr. detona fortemente, ciò che dipende probabilmente dal che l'azoto ed il cloro si costituiscono in due stati opposti di elettricità, ed è alla combinazione rapida di questi due flùidi che va dovuta la sua detonazione. Secondo ha poi osservato Thomson a + 70 può distillarsi senza alcun pericolo, ma se la temperatura arriva a + 100 detona violentemente; allo stato di vapore poi se riscaldasi detona più fortemente che quando è liquido, come hanno osservato Porret, Vilson, e Rupert Kirk. Il suo peso specifico è, secondo Davy 1, 653. Ad un freddo alquanto forte non è alterato, e l'acqua che lo contiene è solamente congelata, mentre esso resta ancora liquido alla temperatura di — 40.

Il contatto del cloruro di azoto col fosforo e con gli olii è accompagnato da violenti detonazioni, e l'effetto è così rapido, che riesce impossibile ottenere alcun prodotto in questi sperimenti. Porret, Vilson e Rupert Kilk han fatto conoscere che il cloruro di azoto produceva queste esplosioni anche con molte altre sostanze, come coll'idrogeno perfosforato, col fosfuro di calcio, colla gomma elastica, colla canfora, coll'ambra grigia, con quasi tutti gli olei, col sapone di argento, di rame, di mercurio, e di piombo; col gas nitroso, col gas idrogeno solforato, colla potassa ec. I metalli, le resine, lo zuccaro, e molti altri gas non fanno esplosione con questa sostanza (*Journ. di Nicholson XXXIV, p.* 227).

La facilità colla quale il cloruro di azoto fa esplosione, ci avverte che nell' intraprendere sperimenti sopra questo composto vi bisogna molta circospezione. Davy, che si occupò appena scoperto a studiarne le sue più importanti qualità e la sua composizione, fu anche ferito ad un occhio dietro detonazione inaspettata. Per farsi un idea di questi effetti, basta mettere qualche goccia di clo-

ruro di azoto nel fondo di una tazza ordinaria da caffè di porcellana con un poco di acqua, e quindi toccare il cloruro con molta precauzione con un ferro caldo, o unto di olio alla sua estremità, perchè l'acqua verrà istantaneamente dispersa, e la tazza in parte rotta ed infossata profondemente nel legno ove poggiava.

L'acqua scompone anche il cloruro di azoto; il cloro è assorbito, e l'azoto si sviluppa. Quando si agita questo cloruro col mercurio, si sviluppa l'azoto, ed il cloro forma un proto cloruro di mercurio (*calomelano o mercurio dolce*).

Composizione.

347. Davy facendo detonare il cloruro di azoto in vasi privi di aria ottenne il cloro e l'azoto per risultamento (1). Lo stesso aveva ottenuto Dulong facendo agire il cloruro di azoto sopra piccioli pezzi di rame. Si produsse un cloruro di rame, il quale poi cambiatosi in idroclorato di rame (V. questo metallo) si sviluppò tutto l'azoto allo stato di fluido elastico (2). In seguito trattando 4, 5 centigramme di cloruro di azoto col mercurio posto in un tubo da cui poteva raccogliersi il gas, si ottennero circa 3 centimetri cubici di gas azoto; deducendo allora la quantità di cloro assorbito dal mercurio, e conosciuto il peso delle due sostanze che lo formano, lo trovò composto in peso, da 57 di azoto, e 643 di cloro, ed in volume da 19 di azoto ed 81 di cloro; oppure, come credesi più esatto, da 1 volume del primo e 3 dell'ultimo.

Joduro di azoto.

348. L'azoto non si combina direttamente al iodio. Curtois avendo posto il iodio solido nell'ammoniaca liquida (composto d'idrogeno ed azoto), ottenne a capo di 20 a 30 minuti in fondo del liquido una materia di color bruno, la quale raccolta e posta su di un filtro, dopo lavata e proscingata somministrò il *ioduro di azoto.* L'ammoniaca è scomposta dal iodio come lo è dal cloro; il suo

(1) Phil. Trans. 1813, p. 244.
(2) Ann. de chim. LXXXVI, 39.

azoto si unisce al iodio, e l'idrogeno acidifica un altra porzione di iodio formando l'acido idroiodico, il quale poi si combina all'ammoniaca che non si è scomposta, e vi forma un idriodato solubile.

Proprietà.

Il ioduro di azoto posto in contatto dell'aria si vaporizza senza lasciar residuo. Basta la più leggiera compressione per farlo detonare, e questo effetto ha luogo anche spontaneamente allorquando è secco; ma se viene appena riscaldato, allora detona più fortemente. Davy avendolo fatto detonare in vasi privi di aria ottenne il iodio e l'azoto separati (*Trans. 1814. p. 86.*).

Composizione. — Il ioduro di azoto quando è secco ed in polvere gittato nella soluzione di potassa si scompone; sviluppa tutto l'azoto, ed il iodio rimane disciolto. Colin operando in tal modo su questo composto lo ha trovato formato da 5, 8544 di azoto, e 156, 21 di iodio; o ciò che torna lo stesso, da 1 volume di azoto, e 3 volumi di iodio (*Ann. de Chim. t. XCI. p. 262.*).

Allora la sua composizione sarebbe,

In propor., 1 di azoto, 177, 02 + 3 di iodio, 3 × 1561, 94.
In atomi, 1 di azoto, $\frac{177,02}{2}$ + 3 di iodio, 3 × $\frac{1561,94}{2}$

SEZIONE VII.

Dell'Atmosfera e dell'aria atmosferica.

349. Si è dato il nome di *atmosfera* a quella massa immensa di fluido elastico permanente che circonda il globo, la quale consiste in un insieme di altre sostanze gassose formate da' diversi corpi di cui si compone la superficie della terra; e soprattutto dall'*aria atmosferica* propropriamente detta, che ne forma la massa maggiore, dal vapore acquoso, dal gas acido carbonico, ec.

Dal che si è conosciuto che quasi tutte queste altre materie gassose possono essere disciolte dal vapore acquoso, e scomporsi a vicenda dietro circostanze elettriche particolari, si è dedotto che l'*atmosfera inferiore* sia quella che costi propriamente di azoto e di ossigeno, uniti al

vapore acquoso, al gas carbonico e ad altre esalazioni che si emanano accidentalmente da corpi che sono sulla superficie della terra; e l'*atmosfera superiore* poi sia composta di una grande proporzione d'idrogeno (aria infiammabile), il quale perchè è il fluido elastico più leggiero di tutti gli altri, deve innalzarsi al punto più elevato dell'atmosfera, ed infiammato poi dall'elettricismo essere forse la cagione dell'*aurora borale* de' *globi di fuoco* ec. Sebbene a ciò sembrerebbe opporsi, che l'aria presa alla sommità de' monti i più alti, e quella raccolta da Gay-Lussac nel suo volo areostatico non si fosse trovata contenere idrogeno, pure è conosciuto, che dietro il calcolo più basso fatto sulle meteore luminose, siffatta altezza è prodigiosamente più grande di quella a cui l'uomo ha potuto sinora innalzarsi; lo che rende questa ipotesi non interamente priva di fondamento.

Noi ci occuperemo dell'aria atmosferica esaminando le sostanze che può tenere in sospensione, e la sua composizione, avendo estesamente trattato delle sue proprietà fisiche o meccaniche, allorchè si è parlato di quelle de' fluidi elastici in generale; e trovandoci inoltrati in queste conoscenze, il suo studio ci sarà meno complicato. *(V. dal §. 210 sino al §. 223).*

Proprietà fisiche.

L'aria atmosferica è invisibile, elastica, e per conseguenza compressibile; non ha nè odore nè sapore alcuno. La luce l'attraversa facilmente anche quando contiene molto vapore acquoso; riflette continuamente il raggio turchino, e si colora più o meno in azzurro nelle alte regioni, a seconda della massa di aria interposta fra il corpo luminoso e noi. Lo strato che l'aria forma intorno alla terra, sembra che sia alto 15 a 16 leghe. La sua forza refrattiva, che è stata presa per unità onde conoscere quella degli altri fluidi elastici, è = 1, 0000. La sua gravità specifica, presa anche per unità sotto la pressione barometrica di 76 centimetri di mercurio (28 pollici circa) ed alla temperatura di 15 a 16 gradi centigradi, è rappresentata come = 1, 000.

L'aria atmosferica sembra che possa al pari de'liquidi, tenere in soluzione altri corpi. La quantità di vapore ac-

quoso che può contenere è considerevole; ed allorchè questo predomina, essa diminuisce di peso specifico; ciò che poi rende probabile che lo stesso vapore acquoso sia tenuto in *sospensione* e non già in *soluzione* nell'aria.

Peso e pressione dell'aria.

350. Nel 1668 alcuni fontanari di Firenze avendo trovati inutili tutt'i loro tentativi onde innalzare l'acqua ad un altezza maggiore di 32 piedi, e persuasi *che la Natura aveva in orrore il vôto*, consultarono Galileo onde conoscerne la cagione. Questo celebre fisico, che aveva già provato esser l'aria pesante, fu prevenuto da Torricelli suo discepolo, il quale riflettendo sulla quistione, suppose che la pressione dell'aria avesse potuto esserne la cagione, e che questa doveva equivalere ad una colonna di acqua di quell'altezza. Fu allora che ebbe luogo la scoperta del miglior vôto conosciuto, detto ancora *vôto torricelliano*, e quella del *barometro*, strumento che è divenuto dopo della più grande importanza. Avendo Torricelli riempiuto di mercurio una canna di vetro alta 30 pollici, chiusala da un estremo esattamente, dopo che questa fu rovesciata pel suo orificio aperto in un recipiente conteneute il mercurio, appena che vi ebbe tolto il dito con cui tenevalo chiuso, vide che il mercurio racchiuso nella canna dopo varie oscillazioni si fermava ad un altezza di 28 pollici circa dalla superficie del mercurio contenuto nel recipiente. Avendo egli dopo paragonate fra loro le colonne di acqua e di mercurio sostenute e controbilanciate dalla stessa pressione atmosferica, ne dedusse che la *pressione atmosferica era nella ragione dell'altezza.* E finalmente, riempendo di acqua una canna alta più di 32 piedi, allo stesso modo chiusa, si avvide che il liquido si manteneva costantemente all'altezza di 32 piedi. Torricelli allora ne trovò la ragione dopo che conobbe essere il mercurio 13, 568 volte più pesaute dell'acqua, in modo che questa doveva innalzarsi 13, 568 volte dippiù del mercurio (1).

---

(1) Non appena questa importante scoverta fu conosciuta in Francia, che Marsenne e Pascal nel 1670, la ripetettero col più grande successo. L'anno dopo Pascal immaginò di renderla più decisiva, eseguendola a di-

Egli conobbe altresì, che la pressione dell'aria era maggiore appiè de' monti che nella loro sommità, e confirmò che essa *diminuiva nella ragione delle altezze*, e viceversa; giacchè nel primo caso vi era minor numero di strati di aria; quindi ne trasse per conseguenza che questa pressione era cagione della differenza che prima si osservava nella ebollizione de' liquidi, la quale avviene più facilmente ad una temperatura inferiore nella cima de' monti, che ne' luoghi più bassi. Da ciò la ragione per cui la volatilizzazione di alcuni fluidi, e soprattutto dell' acqua, nell' atmosfera, ne altera la sua gravità specifica e fa variare il mercurio nel barometro, in modo che piove quasi sempre quando il mercurio è basso, e fa spesso buon tempo quando è più alto; dappoichè nel primo caso il vapore acquoso diminuisce la densità, ovvero il peso dell' aria, e per conseguenza il mercurio deve abbassarsi; ed allorchè questo vapore manca, o diminuisce, l' aria diviene più pesante, e può innalzare a maggiore altezza una colonna di mercurio; lo che porta a conchiudere, che la pressione dell'aria può essere diminuita dalla *dilatazione*, dal *vapore acquoso*, e dall'*altezza*. Da ciò ne segue ancora, che dopo la legge di Mariotte e di Boyle su la compressibilità de' gas (§§. 221, e 222), l' aria nella cima de' monti è meno elastica di quella che si trova nel basso di essi, perchè questa deve sopportare a differenti altezze il peso di tutti gli strati di aria superiore accumulati, ed in conseguenza dovranno essere le sue parti inferiori più dense in ragione del peso che le comprime, come accade nel tubo di Mariotte (§. 221), ed allora essa diviene anche più elastica. Questa forza, che agisce in una maniera uniforme sopra tutt' i corpi della natura, è quella che chiamasi *pressione*, e perchè viene cagionata dall' aria, dicesi *pressione atmosferica*. Essa quindi diminuisce anche in

---

verse altezze. Egli vide abbassare il mercurio a misura che il barometro era portato a delle altezze più grandi; e Perier che ne fece i saggi sul Puy-de Dôme, dietro l' invito di Pascal, ottenne gli stessi resultamenti; ciò che confirmò pienamente la spiegazione data da Torricelli, cioè che la cagione dell'elevazione dell' acqua e del mercurio era dovuta unicamente alla pressione dell' aria.

una maniera uniforme gradatamente a misura che s' innalza fino a' limiti presunti dell' atmosfera, cioè a circa 16 leghe, dove deve esservi il vôto degli spazii celesti, ed in cui questa pressione deve essere interamente distrutta.

351. Da questa prima scoperta ne nacque la invenzione del *barometro*, che è uno strumento col quale si possono misurare i cambiamenti della pressione dell'aria atmosferica, dopo le variazioni che si succedono nell' altezza della colonna di mercurio. La sua costruzione è semplicissima, mentre basta avere una canna di cristallo alquanto spessa, alta 30 pollici, e chiusa da un estremo col cannello ferruminatorio, perchè dopo di averla piena esattamente di mercurio purissimo, che vi si fa giungere nel fondo per mezzo di un tubo capillare che termina da un estremo come un imbuto onde versarvi il metallo, e rovesciata nel suo orificio aperto sul mercurio, si avrà il così detto *barometro torricelliano*. Ma affinchè questo strumento sia non solo della più grande esattezza, ma facile ancora a trasportarsi ne' lunghi viaggi, egli è duopo introdurvi a poco a poco il mercurio purissimo, e farlo bollire onde discacciarne completamente l'aria; adoperando, secondo lo ha indicato Gay-Lussac, un tubo piegato a *sifone* nel basso, come si vede in *a c d fig. 54.*; e che abbia ad un quarto almeno della sua altezza saldato in *c* un altro pezzo di tubo, di un apertura poco più grande di quella de' tubi da termometro, affinchè le oscillazioni nell' altra parte del tubo più grande siano debolissime. Con ciò s' impedisce che lo strumento possa alterarsi con la rientrata dell'aria nella sua parte vôta, come avveniva spesso ne' barometri a pozzo.

Così costrutto il barometro, niente è più facile che apporvi una scala graduata, onde conoscere i gradi a cui può innalzarsi o abbassarsi il mercurio in esso contenuto. Per farla si comincia dal fissare il *zero* a livello dalla superficie del mercurio contenuto nel piccolo pozzo, e da questo punto si prosegue la scala in tanti pollici sino che giunga almeno un pollice al disopra del livello superiore del mercurio; e per essere più sicuri tale divisione

si porta da o fino a 29 pol., che è il limite delle più grandi variazioni osservate. Si scrive poi la parola *variabile* a 28 pol.; *bel tempo* a 28 p. 4 linee; *bel tempo fisso* a 28 p. 8 linee; *secchissimo* a 29; *pioggia o vento* a 27, p. 8 lin.; *gran pioggia* a 27 p. 4 lin. e *tempesta* a 27 pol.

352. Ogni piede quadrato della superficie del globo, quando l'altezza barometrica è di 76 centimetri (28 pollici circa), o di 336, 9 linee di Parigi, porta un peso di libbre 2216 $\frac{2}{3}$, il quale ad ogni linea di alterazione nella colonna barometrica, varia di circa libbre 6, 5795, oppure di 6, $\frac{6}{10}$.

353. Per servirsi di questo barometro si osserva l'altezza della colonna interiore *d* e quella della colonna superiore *b*, e si sottraggono l'una dall'altra. Essendo i due rami di tubi delle due colonne di eguale diametro, basterà osservare l'altezza della colonna superiore, e raddoppiare le variazioni apparenti perchè si abbiano le variazioni reali. E quando anche questi due tubi non fossero esattamente eguali, potrebbe allora contentarsi di una sola osservazione, dove però si fossero conosciute le vere differenze di livello di centimetro in centimetro, onde potere nell' intervallo, senza errore sensibile, riguardare i due rami di tubo come se avessero lo stesso diametro. Questo vantaggio che offre ogni barometro a sifone facilita immensamente le osservazioni con questo stromento. Il barometro a pozzo, come fu costrutto da Torricelli, è rappresentato dalla *fig. 55.* ed eccone la descrizione: CC FF è la tavola su cui è fissato il barometro. AA è il tubo di vetro chiuso in alto in A e pieno di mercurio sino ad M, il quale poi s'immerge nel pozzetto G per l'estremità aperta in basso in A. HH sono degli attacchi per tener fisso il tubo AA. EE lamina di metallo che serve a sostenere il pozzetto di cristallo pieno per metà di mercurio. P vite che serve a comprimere il mercurio quando si volesse alzarlo nell' estremità chiusa per traportarlo ed impedire le oscillazioni del metallo. N scala dello strumento.

Il modo con cui agisce il barometro allorchè misura le diverse altezze, poggia sul principio stabilito, che cioè la

colonna di mercurio, detta *barometrica*, decresce in ragione delle altezze e varia a seconda del grado di riscaldamento dell'aria. Così sopposta la temp. a *zero*, e che il barometro segni nella sua scala o, 76^{m}, allora bisogna elevarsi di 10^{metri}, 5 perche la colonna di mercurio si abbassi di 1 millimetro; di modo che supposto che elevandosi successivamente col barometro si osservi l'abbassamento di 1, 2, 3, 10 millimetri, si dirà essere 10, 5; 21; 31, 5; 105 ec. *metri* sopra il punto da cui si è partito.

354. Tali osservazioni però non sono così semplici a delle grandi altezze, poichè ivi l'aria va sottoposta ad infinite variazioni. Laplace però, dietro un calcolo semplicissimo pervenne a rimuovere ogni ostacolo; e conoscendo che la *temperatura* aveva la più grande influenza colle variazioni barometriche, stabilì primamente paragonar queste sempre con quelle del termometro; essendo già dimostrato che i liquidi bollono ad un minor grado di temp. nelle alte regioni che nelle basse: effetto che va dovuto alla minore o maggiore pressione atmosferica.

Così avendo Laplace osservato che a circa 200 tese sopra il livello del mare, allorchè la pressione barometrica poco si allontana da 28 pollici, cioè 76 centimetri, 8 (o^{m}, 76,), l'elevazione o la diminuzione di un police, ovvero circa 27$^{mil.}$, e 07 (o^{mm}, 27, 07) nella scala barometrica prodotta da questa pressione, corrisponde ad 1.° (un grado) della divisione centesimale; tal che se la colonna barometrica in vece di essere a 28 fosse a 27 pollici, allora l'acqua che nel primo caso bollirebbe a +- 100°, nel secondo, bolle a soli 99°; ed al contrario se la colonna barometrico si elevasse a 29 pol. l'acqua bollirebbe a -+ 101°. Quando poi i due casi si presentassero allorchè si è vicino a segnare il punto fisso di un termometro, bisognerebbe nel primo dividere l'intervallo compreso fra questi due punti in 99 parti eguali, e nel secondo in 101.

Perchè poi le osservazioni barometriche fossero esatte fa duopo tener conto della temperatura dell'aria, e della *depressione* del mercurio nel tubo. Quest'ultima è prodotta dal che il liquido metallico non bagna, o non

aderisce su le pareti del vetro, quindi la sua superficie è convessa invece di esser concava, come osservasi negli altri liquidi. Questa depressione cresce in ragione della strettezza del diametro del tubo, e viene calcolata col mezzo del *cursore*, detto anche *nonio* il quale alzandosi al pnnto che taglia la sommità convessa del mercurio, dinota le differenze di depressione: la seguente tavola mostra qnelle finora calcolate.

Depressione del mercurio ne' tubi,

	mill.	mill.		mell.	mell.
Diametro interno del tubo	2 depress.	4, 56	Diametro interno del tubo	9 depress.	0, 54
	3	2, 90		10	0, 42
	4	2, 04		11	0, 35
	5	1, 51		12	0, 26
	6	1, 15		13	0, 20
	7	0, 88		14	0, 16
	8	0, 69		15	0, 12

355. Così stabilita la depressione del mercurio ne' diversi diametri della canna barometrica, per avere l' altezza esatta della colonna, fa duopo osservar prima il diametro del tubo, ed all' altezza della colonna del mercurio osservata aggiugnere quella calcolata nella tavola. Così suppongasi che il diametro del tubo fosse di 4 linee, bisognerà aggiungnere in ogni osservazione all' altezza del mercurio 2$^{mil.}$, 04 come sta detto nella tavola, e così per gli altri diametri ivi calcolati.

Gli effetti della temperatura sono anche più rilevanti. Quando la pressione non cambiasse punto per le altezze, un riscaldamento dilatando il mercurio lo farebbe elevare senza che ciò derivi poi realmente dalla maggior pressione dell' aria. Lo stesso dicasi pel raffreddamento, nel quale il mercurio si abbassa per *ristringimento*.

Petit e Dulong han calcolato con grande precisione le differenze nella colonna barometrica cagionate dalla temperatura. Essi han provato che un volume qualunque di mercurio alla temperatura del ghiacchio fondente (a *zero*) aumenta di $\frac{1}{5550}$ per ciascun grado del ter-

mometro centigrado al di la di qucsto punto. Cosi la colonna che alla temp. di *zero* avesse 760^m, si accrescerebbe, senza diminuire nel peso, di 15 volte $\frac{1}{5550}$ di 760 passando a + 15 centigr. (1), ovvero di 2^m, 05; di modo che si leggerebbe sulla scala 762^m, 05 invece di 760. Il quadro seguente dà le riduzioni da farsi nelle variazioni della colonna barometrica cagionate non dalla pressione, ma dalla temperatura.

---

(1) Eeco la formola dietro la quale Petit e Dulong son pervenuti a calcolare le variazioni della colonna di mercurio eagionate dalla temperatura. Così l' altezza della colonna essendo di *h'* millimetri alla temp. del ghiaccio che si fonde, diverrà *d* gradi centigr. $h = h' + d$ volte la fraziono 1|5550 di h', ovvero $h = h' + d \times 0{,}00018\ h'$ Dal che si avrà

$$h' = \frac{h}{1 + 0{,}00018\, d} \text{ ovvero } h' = h\ (1 - 0{,}00018\, d + (0{,}00018)^2 . d^2$$

Cosi dopo aver letto su la scala gli h millimetri segnati dall' indice per l' altezza della colonna di mereurio, bisognerà diminuir quest' altezza di $h\ (0{,}00018\ d - (0{,}00018)^2\ d^2)$. Sopra questa formola è stala da Petit e Dulong costrutta la seguente tavola.

TAVOLA

Di riduzione dell' altezza del barometro quando la temperatura sorpassa il zero centigrado.

GRADI centigr.	RIDUZ.ne	FATTORE	GRADI centigr.	RIDUZ.ne	FATTORE
0	mill.		0.	mill.	
1	0, 14	0, 00018	21	2, 88	0, 00377
2	0, 27	36	22	3, 00	394
3	0, 41	54	23	3, 13	412
4	0, 55	72	24	3, 27	430
5	0, 68	90	25	3, 40	448
6	0, 82	0, 00108	26	3, 54	0, 00466
7	0, 96	126	27	3, 68	484
8	1, 09	144	28	3, 81	501
9	1, 23	162	29	3, 94	519
10	1, 37	180	30	4, 09	538
11	1, 51	0, 00198	31	4, 23	0, 00556
12	1, 64	216	32	4, 36	574
13	1, 77	233	33	4, 49	591
14	1, 91	251	34	4, 63	609
15	2, 04	269	35	4, 77	627
16	2, 18	287	36	4, 90	0, 00645
17	2, 33	305	37	5, 04	663
18	2, 46	323	38	5, 17	680
19	2, 59	341	39	5, 30	698
20	2, 73	0, 00359	40	5, 44	0, 00516

357. Per servisi di questo tavola si prende nella prima colonna il grado del termometro centigrado; la colonna che segue dà in millimetri la correzione che bisogna sottrarre dall'altezza osservata nel barometro per ridurla alla temp. di *zero*: se la temperatura poi fosse sotto del zero, si dovrebbe aggiugnere in vece di sottrarre questa correzione. Così p. e. supponghiamo che la temperatura fosse + 21°, bisognerà allora sottrarre 2$^{mil.}$, 88 dall'altezza osservata *per tutt' i diametri della colonna barometrica*, il resto è l'altezza ridotta alla temp. del ghiaccio fondente, cioè *zero*. Ciò stabilito, se il termometro indicasse — 21°; cioè 21 centigr. sotto il zero, bisognerebbe al contrario aggiugnere, come si è detto più sopra, 2$^{mil.}$; 88 all'altezza del mercurio osservato.

Il termometro si attacca ordinariamente al barometro, apponendovi le due scale, cioè la centigrada, e quella *di correzione*. Bisogna però osservare che il calcolo esposto si rapporta alla pressione di 760 millimetri (circa 28 pollici), termine medio della pressione ordinaria ad un altezza poco superiore a quella del mare; e quando anche le variazioni fossero poco al di la di quest' altezza, gli errori sarebbero poco rilevanti; ma se l'altezza differisse dippiù da 760, si commetterebbe un errore di un decimo circa di millim. Perciò la 3.ª colonna è destinata ad evitar quest'errore; dappoichè essa dà il fattore pel quale deve moltiplicarsi l'altezza osservata onde ridurla alla temp. di zero.

Applichiamo ora, secondo Dulong e Petit, queste due correzioni ad un esempio. Suppongasi che il barometro segni 770 millim., ed il termometro + 25° centigradi, e che il diametro interno della canna barometrica sia di 3 millimetri. Allora, per la tavola di depressione si avrà, che bisogna aggiugnere 2$^{mil.}$, 90, ciò che dà 772, 90; e per la tavola di riduzione di temperatura 3$^{mil.}$, 40, che fa duopo sottrarre; quindi la vera altezza sarebbe 769$^{mil.}$, 50, se il termometro segnasse zero, e che non vi fosse alcuna depressione cagionata dall'attrazione delle pareti del tubo: quest'altezza allora dinota l'effetto unico dell'atmosfera, indipendente dalle circostanze che possono alterarla (V. l'applicazio-

ne di questa legge per trovare il peso specifico de' gas al §. 218).

Queste conoscenze sul modo di servirsi del barometro sono importantissime sotto il rapporto delle ricerche fisico-chimiche. Nel misurare di fatti le altezze di una montagna la legge espressa coincide coll' esperienza. Così su la sommità del monte Bianco la colonna barometrica segna appena 15 a 16 pollici, invece di 28 che è la pressione ordinaria quasi vicino il livello del mare; e per una espressione approssimativa si calcola un decrescimento di 2 linee per ogni 25 tesi di elevazione. Ma un analisi più esatta su la legge di tale decrescimento ha provato che la *densità dell' aria decresce in progressione per quoziente*, quando s' innalza in progressione aritmetica; cioè che le altezze a cui si perviene sono i logaritmi dei numeri di linee di cui il mercurio si abbassa (1).

Proprietà chimiche.

358. L' aria è un cattivo conduttore del fluido elettrico, ed esposta ad un calore il più forte, o ad un freddo il più intenso, ed alla più grande pressione, non è punto alterata. Essa può solamente, come gli altri gas, essere dilatata dal calorico e condensata dal freddo, senza che il suo stato gassoso venga distrutto. Alla temperatura di 0° sino a + 100° si dilata poco meno di un terzo del suo volume; sicchè 100 pollici cubici di aria a 0°, quando sono riscaldati a + 100° occupano 137, 5 pollici cubici; ciò che dà, per ogni grado del termo-

(1) La teoria di Laplace è di una precisione rigorosa e non la cede a processi geodesici i più esatti. Nelle *tavole ipsometriche* calcolate dietro questa legge da Oltmanns si ha senza altro calcolo le differenze di livello sino a due leghe di altezza. La formola è la seguente: x è la differenza del livello de' luoghi d' osservazione, H e T le altezze del barometro in millimetri, e del termometro centigrado alla stazione inferiore; h e t sono relative alla stazione la più elevata; θ è la differenza delle temperature de' due barometri, che in generale differiscono dalle temperature libere T e t; l è la latitudine del luogo; α è una costante di cui il log. è $\bar{3}, 45287$; finalmente a è un coefficiente = 18393 metri, ossia 9436, 97 tese a seconda che si rappresenti x in metri oppure in tese.

$$x = a(\log H - \log h - 0,00008\,\theta)\,[1 + 0,002\,(T + t)]\,(+\alpha \cos 2l).$$

metro centig. una dilatazione di o , 0375 del suo volume ; e questa dilatazione è presso a poco uniforme ad ogni grado del term. indicato.

L' ossigeno può mescolarsi all' aria senz' alterarla , ma quasi tutte le sostanze ossigenabili la scompongono più o meno rapidamente , e ad un temp. più o meno elevata , appropriandosi l' ossigeno e lasciando l' azoto. Il cloro , il iodio il bromo , e l' azoto non hanno azione sull' aria allorchè è pura.

L' aria contiene maggiore o minor quantità di vapore acquoso e gas acido carbonico ; sovente molti altri gas , e sostanze estranee che la rendono nociva alla respirazione.

Si prova la presenza dell' acqua nell' aria per mezzo delle sostanze dette *igrometriche* , o anche meglio coll'*igrometro* di Sausurre (*fig. 51*). La costruzione di questo strumento è fondata su la proprietà che ha il capello, tolto a persona vivente e lavato con liscivia di potassa per toglierne tutto l' untume, di allungarsi quando viene esposto in un aria più o meno umida , e di accorciarsi allorchè questa va divenendo secca. Fissando allora un capello in una estremità di un asta metallica , come si vede in A , nell' altra il piccolo indice B *c* che trovasi nel segmento di sfera *d d* , in cui vi sono praticati i gradi di secco e di umido : allora col suo prolungamento indicherà i gradi di umidità , e quando si accorcia quelli di secchezza dell' aria.

Il carbone , l' acido solforico concentratissimo , l' acido fosforico vetrificato, gli alcali caustici , e molti altri corpi che si espongono in contatto dell' aria , ne essorbono l' acqua. Alcuni di questi , come gli alcali caustici , cioè potassa e soda , e l' acido fosforico , divengono liquidi ; il carbone e l' acido solforico aumentano considerabilmente di peso , e quest' ultimo diviene meno denso.

L' acido carbonico , ancorchè molto più pesante dell'aria , si è ciò non ostante trovato nelle più alte regioni dell' atmosfera ; come si è rinvenuto nell' aria raccolta da diversi areonautici. Così quando si espone all' aria l' acqua di calce , o meglio quella di barite caustica , l' acido carbonico viene assorbito , le soluzioni s'in-

torbidano fortemente, e si trovano contenere un composto insolubile dell' acido e delle basi impiegate. In tal modo Thenard pervenne a valutar le diverse quantità di acido carbonico nell' aria, facendo prima il voto (1) in un grande recipiente, e quindi portatolo in un luogo elevato lontano dall' abitato, dopo averne aperto il robinetto per farvi entrare l' aria che voleva esaminare, v' introdusse 3 a 400 grammi di acqua di barite, chiudendo un altra volta il robinetto ed agitando il liquido nell' aria del recipiente per 8 a 10 minuti, affinchè tutto l' acido carbonico ne venisse assorbito. Allora dal peso del carbonato di barite ottenuto dedusse la quantità di acido carbonico contenuto nel volume dell' aria sottoposta allo sperimento. Così egli ebbe da 288^litri, 247 di aria; alla temp. di + 12, 5, e sotto la pressione di 0,76, 0^gr., 966 di carbonato di barite, i quali rappresentano 0^gr., 2158 di acido carbonico; dal che dedusse, che in ogni 10, 000 parti di aria in volume vi si contengono 3, 71 di acido carbonico, ed in peso, 6, 03.

359. La natura delle altre sostanze solide e gassose, estranee alla composizione dell'aria, che possono trovarsi sospese nell' atmosfera, sono di un numero indefinito. Basta osservare quando si fa passare un raggio di luce del sole per un foro in una camera oscura, perchè si vedranno molte particelle solide che mantegonsi sospese nell'aria. I diversi gas poi che vi si possono mescolare, e che son prodotti dalle esalazioni di molte sostanze putrefatte vegetali ed animali, nelle fonderie di candele di sego, nella concia delle pelli ec., sono il più frequente: gas idrogeno carbonato, solforato e fosforato; ammoniaca, olio empireumatico fetido ed altri gas che possono prodursi in queste chimiche scomposizioni. Il più delle volte l' aria è scomposta da queste sostanze, l'ossigeno è sempre assorbito; per cui allora si rende nociva alla respirazione.

(1) Potrebbesi, per facilitare l' operazione, portare il recipiente pieno di acqua pura allora bollita, invece di farvi il voto, perche votandone dell' acqua l' aria vi prenderebbe il suo posto, come se fosse il recipiente perfettamente voto.

360. *Composizione*. L'aria venne lungamente considerata come uno spazio vôto in cui tutt' i corpi potevano entrare e muoversi liberamente, e fu dopo riguardata come uno de' principii di tutt' i corpi della natura, e come uno degli elementi primitivi fra i quattro già supposti da Aristotile.

Le prime ricerche però su la sua composizione le dobbiamo a Brun, farmacista a Bergerac, il quale avendo osservato che lo stagno aumentava di peso dopo la sua calcinazione, ne domandò la cagione a Giovanni Rey, Medico e Fisico distinto a Buque nel Perigord. Rey allora avendo ripetuti gli sperimenti di Brun, ne dedusse che il peso acquistato dallo stagno era dovuto all'aria assorbita (1). Questa opinione intanto ancorchè fosse stata poggiata sopra dati positivi, non fece molta sensazione, e fu poco dopo dimenticata. Ma Bayen circa un secolo e mezzo dopo, essendosi avveduto che il mercurio e molti altri metalli nella calcinazione aumentavano di peso, lo attribuì egli anche all'assorbimento dell'aria, e quindi richiamò dall'oblio lo stesso fatto osservato da Rey. Ma era riserbato al genio de'due celebri chimici del secolo passato, Lavoisier e Schéele, i quali dietro sperimenti più esatti non solo pervennero a confirmare che l'aria era assorbita nella calcinazione, ma che essa era scomposta da' metalli. Infatti, questo viene confirmato dal che dopo la scoverta dell' ossigeno fatta da Priestley, Schèele fece molti sperimenti per conoscer la composizione dell'aria, ed avendo osservato che tutt'i solfuri liquidi ed il fosforo avevano la proprietà di scomporla, ne dedusse che l'aria era formata da due fluidi elastici differenti, de'quali il primo fu chiamato *aria viziata*, ed il secondo *aria empirea*. Questi nomi che corrispondono a quelli dati dopo all' *azoto* ed all' *ossigeno*, fan conoscere che Schèele sia stato il primo che abbia esaminata la composizione dell' aria (*Schèele*., *on Air and Fire*, *p. 7.*)

Ma il celebre Lavoisier, nell'esaminar l' azione dell'aria nell' ossidazione del mercurio, trovò ben presto il

(1) Essai de Jean Rey, avec des notes de Gobet, p. 66. 1630.

modo di analizzarla. Egli mantenne per qualche tempo questo metallo allo stato quasi di ebollizione in una storta piena di aria atmosferica, di cui ne aveva prima conosciuta la capacità, che teneva immersa col suo collo sotto un apparecchio a mercurio per impedire ogni contatto coll' aria esterna. Dal peso aumentato nel mercurio e dall' assorbimento prodotto potè stabilire, che l'aria era composta di 73 parti di gas azoto e 27 di ossigeno.

Ma le proporzioni de' principii costituenti dell' aria ammessi da Lavoisier, cioè di 27 di ossigeno e 73 di azoto, furono trovate poco esatte dopo gli sperimenti reiterati fatti da Cavendisch e da Davy in Inghilterra; da Berthollet in Francia ed in Egitto; da Marty in Ispagna; da Beddoes sull' aria raccolta nelle coste della Guinea; da Gay-Lussac ed Humboldt a Parigi, e da Gay-Lussac sull'aria presa a 6900 metri al disopra della terra, in una sua ascenzione areostatica. Tutti questi dotti durante più di 25 anni si accordarono nel dover considerare l'aria come formata di 21 di ossigeno e 79 di azoto, più un poco di gas carbonico e vapore acquoso, che sono reputati come estranei alla composizione dell' aria che si è trovata costante in tutt' i luoghi, ed i quali possono facilmente separarsi mercè gli alcali caustici, come la potassa o la soda pura.

Dopo questi primi sperimenti fatti sull' analisi dell'aria, molti altri la seguirono. Furono anche proposti mezzi più semplici ed istrumenti più esatti, i quali perchè diretti a conoscere la purità dell' aria, dedotta però dalla quantità necessaria di ossigeno che doveva contenere, presero, sebbene impropriamente, il nome di *eudiometri*.

1. Priestley fece conoscere il primo eudiometro facendo un mescuglio di aria e gas deutossido di azoto in un tubo, e notando la condensazione de' due gas. Questo metodo di analisi dell' aria fu perfezionato da Fontana, adoperando un tubo graduato, ed introducendovi quantità conosciute dei due gas. Così facendo passare 100 parti di gas deutossido di azoto in questo tubo pieno di acqua distillata recentemente bollita, e quindi avendovi fatto

passare poco per volta altre 100 parti di aria atmosferica, ottenne un assorbimento di 25 parti, ed un residuo di 75 parti; ciò che gli fece dedurre, che la quantità di ossigeno nell' aria era = 200 — 175 = 25; o in altri termini, che 100 parti di aria erano formate da 75 di azoto e da 25 di ossigeno.

2. Dalton raccomandò dopo non adoperare più di 35 misure di gas deutossido di azoto sopra 100 di aria, ed agitare i due gas nel tubo; moltiplicando allora per 0,368, dopo aver notata la diminuzione del volume, il prodotto sarà il volume dell' ossigeno dell'aria impiegata. (*Dalton*, *Phil. Mag*, *XXIII. 351.*)

Ma questo eudiometro che fu conosciuto col nome di *eudiometro a gas nitroso*, e che venne adoperato anche da Humboldt, e dai Chimici Francesi, fu cagione di una multiplicità di errori relativamente alle proporzioni dei componenti dell' aria, come rilevasi in tutt' i scritti di chimica anteriori al 1802, in cui queste proporzioni sono portate da 25 a 28 per l' ossigeno, e da 72 a 75 per l' azoto; e per ispiegare la cagione di queste differenze, si tenne allora anche per certo, che le variazioni delle stagioni influissero su quelle dell' ossigeno. Ma fu dopo osservato, che questo errore proveniva dal diametro della canna dell' eudiometro, e dalla proprietà che ha il gas nitroso di combinarsi all' ossigeno in diverse proporzioni.

3. Il metodo proposto da Davy, è fondato sulla proprietà che ha il gas deutossido di azoto di essere assorbito completamente dalla soluzione di protosolfato o protoidro-clorato di ferro. Dopo ciò se mettasi un tubo che contiene l' aria in contatto di questa soluzione saturata di deutossido di azoto, rimovendolo in modo che gli strati di liquido assorbito siano in contatto coi nuovi strati di aria da scomporsi, dall' assorbimento potrà dedursi, dietro la quantità dell' azoto residuo, quella dell' ossigeno assorbito.

4. Schèele fece uso solamente di una soluzione di solfo e potassa fusi, che pose anche in un tubo graduato, ed operò come nel metodo di Davy. Il suo processo fu basato sul principio che la soluzione del solfuro di potas-

sa assorbiva l'ossigeno, il quale combinandosi ad una parte di zolfo formava l'acido solforoso. Questo mezzo è conveniente allorchè si vuole esaminare una grande quantità di aria, in cui quando la soluzione del solfuro è un pò calda, e vi si agita coll'aria, la sua scomposizione sarà più pronta e più completa. Bisogna però avvertire che il solfuro di potassa debbe sciogliersi nell'acqua fredda.

5. Berthollet raccomandò d'introdurre cilindri di fosforo attaccati ad un tubo di vetro, sotto di un tubo graduato pieno di aria e posto sull'acqua: la combustione lenta del fosforo assorbe tutto l'ossigeno, ed il residuo sarà l'azoto. Ma poichè egli conobbe che un poco di fosforo sciogl ievasi nell'azoto, ed il suo volume aumentavasi di o, o25; sottraendo i o,o25 dal volumi residuo, ottenne la quantità dell'azoto contenuto nell'aria. Molte analisi dell'aria eseguite con questo mezzo, che deve reputarsi il più semplice ed esatto, han dato costantemente o, 79 di azoto e o, 21 di ossigeno (*Ann. de chim. XXIV. pag. 73.*)

L'Eudiometro del celebre Volta ha somministrato in seguito anche mezzi esatti di analisi. Questo strumento è formato da un un tubo di cristallo molto spesso, (*fig. 95.*) di 20 a 25 centimetri di lunghezza, sopra 4 centimetri di diametro. A' due estremi vi sono adattati due fusti metallici per avvitarvi i due robinetti *b c*. Nella parte inferiore è avvitato al robinetto un piede di ottone fatto come un imbuto rovesciato ed aperto, e nella parte superiore trovasi il piccolo bacino *e* di cristallo o anche di ottone, sul quale si avvita il tubo di vetro *f* diviso in un gran numero di parti uguali; ed in ultimo in *g* vi è la solita comunicazione per trasportare nell'interno del tubo le scintille elettriche.

Per intraprendere le sperienze con questo eudiometro, si cominci dal portarlo sul tino ad acqua, aprendo i due robinetti *b c*, ed immergendolo nel fondo del detto tino. Si chiuda il robinetto *b*, e si porti sulla tavoletta, chiudendo anche il robinetto *c*; si apra allora il robinetto *b*, e si versi l'acqua nel bacino superiore finchè ne sia perfettamente pieno il tubo. Si chiuda dopo questo robinetto, e si apra quello in *c*; in seguito s'in-

troduca al di sotto del piede *d* una quantità conosciuta di aria da esaminarsi, quindi il gas idrogeno, e finalmente si accenda al solito il mescuglio col mezzo della scintilla elettrica. Dopo ciò, avendo impiegato 200 misure di questo gas, e 200 di ossigeno, si avrà quasi costantemente una diminuzione di volume che giunge a 126 misure: allora 126 diviso per 3, dà 42, che è la quantità di ossigeno contenuto nelle 200 misure di aria; e per conseguenza adoperando 100 misure di aria, queste saranno formate da 79 di azoto e da 21 di ossigeno.

Le analisi intraprese sopra diverse arie raccolte in varie parti di Europa, han dato sempre le stesse proporzioni, le quali sono ora reputate come le più esatte.

361. Si è ricercato lungamente provare se l'ossigeno e l'azoto si trovino chimicamente combinati nell'aria, formando un ossido di azoto, ovvero esistano allo stato di mescuglio. Coloro che dietro le piccole variazioni che si osservano nel suo mescuglio han voluto dedurne una chimica combinazione, han ritenuto per principale fondamento di questa loro presunzione, che l'ossigeno essendo più pesante all'azoto, ne' momenti che l'aria è perfettamente tranquilla, dovrebbe trovarsi in quantità maggiore ne' luoghi più bassi, ciò che non si avvera poi col fatto. Ma che questa conseguenza sia poco esatta basta osservare che i gas si mescolano tra loro nel modo stesso de' liquidi, ed il mescuglio rimane sopra tutt'i punti perfettamente lo stesso, senza che a gravità diversa possa produrvi alcuna separazione; come accaderebbe quando mischiasi l'acqua all'alcool, che dovrebbe questo, attesa la sua maggiore leggerezza, galleggiare sull'acqua, ciò che poi non ha luogo. E se anche si mescoli l'idrogeno, che è il gas il più leggiero, all'aria, o l'acido carbonico, che pesa circa 2 volte e mezzo più di quest'ultima, questi si manterranno sulle prime nello stato di separazione, ma dopo formeranno un mescuglio perfetto, come quello dell'alcool coll'acqua. Così pure due vasi pieni uno d'idrogeno e l'altro dello stesso acido carbonico, ma il primo capovolto ed il secondo coll'orificio in giù, dovrebbero contenere sempre le due so-

stanze gassose per esser la loro gravità specifica differentissima rimpetto a quella dell' aria, eppure questi due vasi dopo alcune ore si troveranno privi delle sostanze gassose indicate, e saranno invece ripieni di aria atmosferica.

Ma a ciò maggior pruova aggiunge l'altro fatto conosciuto, quello cioè, che un mescuglio artefatto di 4 volumi di azoto ed 1 di ossigeno, fisicamente non si distingue dopo alcune ore dall'aria atmosferica; e che poi in questo mescuglio non vi abbia luogo alcuna combinazione chimica, si rileva dal che non vi ha veruna alterazione nè nel volume nè nella temperatura. Dopo ciò i chimici han considerata l'aria non già come un ossido particolare di azoto, ma come un mescuglio meccanico di azoto e di ossigeno (1).

Usi. — Nessuno ignora l'importanza dell'aria nella respirazione, e nella combustione, e che essa sia uno de' migliori agenti chimici per la fabbrica di molti colori. La sua azione sulla maggior parte de'prodotti chimici sarà esposta trattando di ciascun corpo in particolare.

SEZIONE VIII.

Dell' Idrogeno.

Istoria.

362. L'idrogeno, uno de'principii costituenti dell'acqua, è stato conosciuto come combustibile, nel principio del XVII secolo. Mayov (2), Boyle ed Hales (3), furono i primi a distinguere questa proprietà nell'idrogeno, e fu chiamato perciò *aria infiammabile*, nome che

---

(1) È questa l'opinione di Berzelius, e della maggior parte degli altri chimici; ma come si spiega poi la proporzione sempre costante de' due gas a qualunque altezza conosciuta, ed a qualunque circostanza o cambiamento dell'atmosfera? Perchè, se i gas si mescolano come i liquidi, non si formano tanti altri composti gassosi direttamente, pei quali è duopo ricorrere a mezzi indiretti? Questi e tanti altri simili fenomeni sembrano che non sieno stati a sufficienza sinora spiegati.

(2) Farfalle V, p. 163.

(3) Shaw's Boyle. III, 21.

venne cambiato in quello d'*idrogeno* nella riforma della nomenclatura chimica (§. 247.) Questo gas fu dopo trovato nelle miniere di carbon fossile, ed in molte acque stagnanti. Ma Cavendisch fu il primo a conoscerne la maggior parte delle sue proprietà (1). In seguito Priestley, Schéele, Sennebier e Volta, contribuirono co'loro sperimenti ad estendere e perfezionarne le conoscenze.

Stato naturale.

L'idrogeno non è stato ancora trovato allo stato puro e solido. Esso fa parte della composizione delle sostanze vegetali ed animali; dell'acqua, e di tutt'i prodotti che queste sostanze possono formare. Il suo stato più semplice in cui può aversi è quello di gas.

Estrazione.

Si ottiene facilmente l'idrogeno, mettendo in una bottiglia di cristallo 2 a 3 once di piccoli pezzi di zinco, con 8 a 10 once di acqua, e con 2 a 3 once di acido solforico di commercio; adattandovi il solito tubo ricurvo, che vi si può fissare con un sughero solamente; e quando si giudichi che l'aria della bottiglia ne sarà stata interamente discacciata dallo stesso gas che si sviluppa rapidamente, allora si raccoglie sull'apparecchio ad acqua.

Si possono stabilire, col soccorso della teoria atomica, i rapporti numerici delle materie impiegate ed i prodotti ottenuti, nel modo seguente:

Atomi impiegati		Atomi prodotti	
2 di acqua	= 112, 48	2 d'idrog.	12, 48
2 di zinco	= 403, 23	1 di protos. di zinco	1 di solf. di protos. di zinco = 1004, 39
1 di acid. solf. sec.	= 501, 16	1 di acid. solf. secco	

Può sostituirsi la limatura di ferro a'pezzetti di zinco, ma si preferiscono questi ultimi, perchè l'azione dell'acido è meno energica, e lo sviluppo del gas non è tanto rapido. Nell'uno e nell'altro caso l'acido deve esservi sem-

(1) Phil. Trans. 1766, LVI, p. 141.

pre in leggiero eccesso operandosi col ferro 3 chilogram. di questo e 5 chil. di acido solforico di commercio danno almeno 1 metro cubico di gas idrogeno.

Vi sono molti altri casi ne' quali si sviluppa l'idrogeno, ma di ciò sarà fatto parola trattando della scomposizione dell'acqua, e di alcune sostanze che lo contengono.

Il gas idrogeno che si ottiene con questi processi trasporta sempre un poco di metallo in soluzione, e dippiù una materia straniera che le comunica un odore particolare piuttosto dispiacevole. Per aversi puro per gli sperimenti esatti, bisogna ricorrere alla scomposizione dell'acqua col mezzo delle scintille elettriche; o pure può contentarsi fare attraversar l'acqua in vapore per tubi di ferro roventi, perchè allora il gas ottenuto, agitato con un poco di soluzione di potassa caustica per privarlo dal suo odore e da qualche altra sostanza che contiene, si avrà sufficientemente puro (1).

Proprietà fisiche.

363. L'idrogeno è fra tutti gli altri fluidi elastici conosciuti il più leggiero. Il suo peso specifico, paragonato a quello dell'aria presa per unità, è, secondo Biot ed Arago, 0, 07321 (2), ma quello di Prout, che si crede più esatto, è di 0, 0794 (3). Cento pollici cubici di questo gas, pesano circa due grani, ed un quarto (Davy). Così quando si metta col suo orificio un tubo pieno di aria atmosferica su quello di un altro tubo pieno di questo gas, l'idrogeno passerà nel tubo superiore, e l'aria si troverà nel tubo ove era il gas. La sua forza refrattiva è grandissima, poichè è superiore a quella di tutti gli altri gas.

---

(1) Danovan ha fatto conoscere, che questo gas ottenuto col mezzo dello zinco o del ferro, contiene un poco di zolfo ed acido carbonico in soluzione, che lo rendono odoroso; e spesso, quando si adopera lo zinco, ritiene anche un poco di questo metallo, per cui fu chiamato *gas idrogeno zincato.* Questo fatto è stato conosciuto da lungo tempo, e negli Elementi di Chimica del Dott. Henry, tradotti in Napoli, viene partitamente descritto. (V. *Elementi di Chimica* di W. Henry, Napoli 1812. III. p. 125; ed *Annal. de Chim. et de Phys.* II, p. 375).

(2) Mém. de l'Instit. 1806, p. 320.

(3) Annal. of. Philosophy VI. 322.

Proprietà chimiche.

364. Questo gas essendo considerato come un corpo semplice non può essere che dilatato soltanto dal calorico. Esso s'infiamma quando s'introduce un filo sottile di ferro rovente in un vaso che lo contiene (§. 289), o anche una condela di cera accesa, ma quest'ultima si spegne, perchè il gas è inetto a mantenere la combustione, come anche è micidiale alla respirazione.

L'acqua ne assorbe pochissimo, e può condensarne solamente un cinquantesimo del suo volume.

Mescolato coll'aria atmosferica ed infiammato con una candela di cera accesa o con una scintilla elettrica, detona violentemente. Questa detonazione si produce sovente in un apparecchio particolare, che si chiama *pistola di Volta*. Feci costruire un piccolo *cannone elettrico* di lamina di latta della capacità di circa 40 pollici cubici di gas, e con esso vi ho più volte ottenuto delle forti detonazioni senza alcun danno, chiudendone il suo orificio con un sughero, ed infiammando il gas con la scintilla elettrica. La *fig. 89* rappresenta questo cannone; in *a* e *b* si veggono i due conduttori di metallo per trasportare la scintilla nell'interno del cannone, ed in uno de' conduttori in *b*, vi è sospesa una piccola catena metallica, che si tiene per la mano quando si accosta l'altro conduttore *a* vicino ad una macchina elettrica.

Allorchè si adatta un tubo dritto tirato alla lampada in una delle sue estremità su di una bottiglia semplice, in cui siavi il solito mescuglio per sviluppare il gas idrogeno, e si lasci per poco finchè l'aria atmosferica della bottiglia ne sia stata perfettamente discacciata; accostando una candela di cera accesa all'estremità di questo tubo per infiammare il gas, si otterà ciò che si chiama *candela filosofica*. Se allora si applichino sopra questo getto di fiamma diversi tubi forati, si produrrà un suono particolare, che sarà diverso secondo il diametro e la natura de' tubi che s'impiegano, il quale viene detto *armonia chimica*.

Facendo un mescuglio di due volumi di questo gas ed uno di gas ossigeno in una campana col suo robinetto posta sul tino pneumatico, e quindi passandolo in una vescica col suo porta-gas, si avrà l'*aria tonante*. Introdu-

cendo quest'aria sotto di una densa soluzione di sapone, ciò che si ottiene comprimendo leggiermente la vescica che contiene i gas, si formeranno molte bolle nella sua superficie, le quali detoneranno fortemente quando vi si avvicini una candela accesa. Caricando con quest'aria tonante una pistola di Volta, o il cannone elettrico, ed infiammandola col mezzo di una scintilla elettrica, si avrà una forte detonazione, maggiore di quella che si produce col semplice mescuglio di aria atmosferica e gas idrogeno.

In queste operazioni l'idrogeno proviene sempre dalla scomposizione dell'acqua operata dall'acido e dal metallo. Si forma pure un ossido del metallo impiegato, coll'ossigeno dell'acqua, e la sua combinazione coll'acido solforico darà luogo ad un solfato, che può raccogliersi concentrando la soluzione.

L'idrogeno è fra tutt'i gas probabilmente quello che produce maggior quantità di calorico colla sua combustione. Comprimendo questo gas unito alla metà del suo volume di gas ossigeno nell'apparecchio di Clarke, si può ottenere un innalzamento di temperatura così grande, da produrre la fusione di molti corpi, che si rendono infusibili al calore più elevato delle nostre fucine ordinarie.

Quest'apparecchio che ha ricevuto molte importanti modificazioni, consiste in una piccola scatola di rame fuso, o di ottone, *a (fig. 90.)* alla quale vi è adattato un robinetto in *b*, che serve per dare l'uscita a' gas del tubo capillare *c* anche di metallo; ed in *d* vi è un altro robinetto attaccato ad un cilindro a pompa *f*, in cui vi è ugualmente annessa la vescica *n* col suo robinetto *e*, che contiene i due gas indicati. Volendo far uso di questo apparecchio, si chiuda il robinetto *b*, e si aprano quelli in *d*, *e*. Alzando lo stantuffo *g*, il gas della vescica verrà assorbito; allora si chiuda il suo robinetto, e comprimendo lo stantuffo contro la scatola metallica *a* s'introdurranno i due gas nella sua cavità *a*. Giunto così lo stantuffo nel basso del cilintro, si chiuda il robinetto *d*, e si apra nuovamente quello della vescica, proseguendo così fino a che siasi condensato molto gas nel serbatojo metallico, lasciando chiusi i robinetti *b*, *d*, *e*. Così compressi i due gas quando si vuol farne uso, si apra il robinetto *b*, per dargli

l'uscita libera, dirigendone il getto su di una lampada ordinaria, per avere un calore tanto intenso da produrre la fusione di molti corpi refrattarii.

Può condensarsi il solo gas idrogeno ottenuto dallo zinco, come lo indica Henry (1), per ottenere gli stessi effetti non solo, ma impedire gl'inconvenienti spesso avvenuti con l'esplosione de' due gas nell'interno del serbatojo; ed allora col solo gas idrogeno può prodursi la fusione dei fili di platino, e di altri corpi prima creduti infusibili.

Ad oggetto di evitar queste esplosioni, furono fatte molte modificazioni su questo strumento. Nell'apparecchio di Cuthberson descritto nella stessa pagina da Henry, si fanno comunicare i due gas nell'estremità di due tubi; ma dietro le teorie di Davy stabilite sulla fiamma, adattando all'estremità del robinetto da cui esce il gas, un tubo capillare e più lungo, il calore della fiamma viene diminuito, e non produce la combustione de'gas nel serbotojo. Il Dott. Clarke avea proposto di aggiungere anche uno strato di olio *h h* nell'interno della scatola di metallo (*fig. 90*), ed adattarvi un altro cilindro di metallo *i*, al quale in *x* vi era annessa una piccola rete di metallo da cui doveva uscire il gas. Quest'aggiunta sembra ora inutile quando si adopera il solo gas idrogeno, o il tubo capillare, lungo almeno 2 piedi, dal quale poi si fa uscire il mescuglio di ossigeno ed idrogeno compressi.

Usi. — Gli usi dell'idrogeno si limitano a farlo servire, attesa la sua infiammabilità, a varie sperienze di *ricreazioni chimiche;* come sono le *fontane a gas idrogeno*, le *bolle ascendenti*, l'*aria tonante*, la *pistola del volta*, il *cannone elettrico* ec.; ed in chimica serve a produrre un calore elevatissimo allorchè s'infiamma dopo averlo compresso nel cannello di Clarke.

365. La grande leggerezza dell'idrogeno, e l'avere osservato che le bolle ottenute da una soluzione di sapone, ripiene di questo gas s'innalzavanò in aria, diede occasione agli sperimenti *areonautici;* e sebbene Lana, e Gallien, il primo verso la metà del secolo XVII, e l'ultimo nel 1750, avessero immaginati diversi mezzi per innal-

(1) Elem. di Chim. sperim. tradotti in Napoli 1815 III, 124.

zarsi in aria, pure la scoperta degli *areostati* è dovuta a' fratelli Stefano e Giuseppe Montgolfier, proprietarii di una fabbrica di carta in Annonay in Francia. Costoro nel 1752 pervennero ad innalzare in aria la prima macchina areostatica, formata da un inviluppo di tela coverta con carta collata, che era 35 piedi alta, ed avea 100 piedi di circonferenza, contenendo circa 22000 piedi cubici di aria atmosferica, che veniva rarefatta mercè la combustione della paglia mista e lana cardata.

Appena che questi sperimenti furono noti a'fisici, Charles ebbe il primo l'idea di sostituire l'idrogeno all'aria rarefatta, essendo già conosciuto che il suo peso era 14 a 15 volte minore di quello dell'aria. Pilastre des Rosiers poco dopo ardì il primo inualzarsi in aria con un pallone ad aria rarefatta, sormontato da un altro pieno di gas idrogeno. Questa invenzione per quanto ardita, divenne funesta, e costò la vita allo stesso autore, che fu precipitato dall'alto per l'incendio di questo apparecchio. Ma Charles, proseguendo il suo sistema, e adoperando il solo pallone riempiuto d'idrogeno, ne portò la sua costruzione in uno stato di perfezione tale, che egli in unione di Robert nel 1 dicembre del 1785, s'innalzò dal giardino delle Tuileries, ed in 2 sole ore percorse 9 leghe. Quest'altra invenzione mostrò tutt'i vantaggi che potevano ottenersi dal metodo di Charles, e quella di Montgolfier fu ben presto abbandonata. Poco dopo Biot e Gay-Lussac, dietro le premure dell'Istituto, intrapresero anch'essi un viaggio aereo, ad oggetto di ricercare la legge del decrescimento delle forze magnetiche del globo a delle grandi distanze. Essi s'innalzarono sino a 4000 metri di altezza, ma Gay-Lussac dopo in un secondo viaggio s'innalzò solo a più di 6636 metri. L'esempio di questo celebre fisico francese fu seguito da molti altri, e Zambeccari ne perì vittima della sua prima intrapresa. Blanchard, che pretese poter dirigere nell'aria la sua macchina areostatica, pervenne a passare lo stretto di mare che separa la Francia dall'Inghilterra, e partendosi da Dowre giunse a Calais, ove fu eretta una piramide per consacrare la memoria di questa intrapresa: così questi viaggi aerei si successero più o meno frequentemente.

366. La costruzione degli areostati è semplicissima, ed è ora generalmente conosciuta, sia quella de' così detti alla Mongolfiera, cioè di carta ad aria rarefatta, che di quelli a gas idrogeno, fatti con taffettà di seta coverto da una vernice fatta con olio di lino ed essenza di trementina, o con queste sostanze e gomm' elastica. Il principio della loro ascenzione è anche facile a comprendersi, dappoichè si riduce a calcolare la loro capacità interna, ed il rapporto fra il peso dell' aria con quello dell' idrogeno. Così p. e. un pallone di 10 metri di diametro ha una capacità di 523, 6 metri cubici, che sono occupati dall'aria; e poichè questo volume di aria alla pressione di 0^{m}, 76 ed alla temperatura di zero pesa $680^{chil.}$, 15, e lo stesso volume d' idrogeno pesa solo $16^{chil.}$ 23, allora la differenza di $633^{chil.}$, 92, è il peso che il pallone può innalzare, compresovi quello della sostanza che lo forma, ec. Se ha un diametro di 20 piedi solamente, contiene 4190 piedi cubici di gas idrogeno, e può portare oltre l' inviluppo, altre 455 libbre, compreso il peso delle corde e della gondoletta. Per ottenere un piede cubico di gas, si calcola approssimativamente che vi bisognano once sei di ferro, altrettanto di acido solforico, ed once 30 di acqua. Lo sviluppo del gas si fa nelle botti, sulle quali si adatta una canna dritta di piombo che finisce ad imbuto per introdurvi l'acido, e s' immerge quasi nel fondo della botte. Il gas si fa passare da questa e dalle altre botti per mezzo di canne di piombo o di latta, sotto dell' acqua contenuta in un gran tino, a cui è soprapposto un coverchio che s'immerge per poco nell'acqua, e che serve a raccogliere tutto il gas, che così depurato e raffreddato esce poi dall'acqua del tino e passa, pel tubo elastico adattato sopra questo coverchio, sotto del pallone.

367. Volendo poi calcolare più esattamente, ed in una maniera generale la capacità di un globo areostatico e la quantità di sostanze che fa d' uopo adoperare per avere l'idrogeno bastante alla sua ascenzione, si esprima il volume del globo in metri cubici, e questo volume V può servire a determinare il peso delle materie da impiegarsi

$V \times 3$ = al peso del ferro in chilogrammi
$V \times 5$ = al peso dell'acido solforico *id.*
$V \times 3°$ = al peso dell'acqua........*id.*

Così soppongasi che un globo abbia 10 metri di diametro, ciò che dà 523, 6 metri cubici di capacità; si avrà quasi esattamente:

Materie impiegate	Prodotti dopo la reazione
1570 chilog. di ferro	523, 6 metri cub. di gas idrogeno
2618 *id.* di acido solf.	
15708 *id.* di acqua	800, 2 chil. di solfato di ferro.

Dopo questi dati ecco come Francoeur ha calcolato il diametro di qualche globo areostatico (1)

Diametro in metri	Volume in metri cubici	Superficie in metri quadrati	Chilogram. che il gas può innalzare	Peso dell'inviluppo in chilogr.	Forza ascenzionale e peso degli attrezzi
1	0, 52	3, 14	0, 62	0, 78	0, 16
2	4, 19	12, 57	5, 03	3, 14	1, 89
4	33, 51	50, 27	40, 21	12, 57	27, 65
6	113, 10	113, 10	135, 72	28, 27	107, 44
7	179, 59	153, 94	215, 51	38, 48	177, 03
8	268, 08	201, 06	321, 70	52, 01	269, 69
9	381, 70	254, 47	458, 04	63, 62	394, 42
10	523, 60	314, 16	622, 32	78, 54	549, 78
11	696, 91	380, 13	836, 29	95, 03	781, 26
12	904, 78	452, 89	1085, 74	113, 10	972, 84
13	1150, 35	530, 93	1380, 42	132, 73	1347, 69

(1) Il volume, la superficie ed il diametro si calcolano co' metodi geometrici ordinari. Così il rapporto π della circonferenza al diametro è uguale a 3, 14159, o presso a poco a 22/7. La superficie della sfera, $S = \pi D^2$, e il suo volume $V = \frac{\pi D^3}{6}$. Il diametro è rappresentato da D.

Composti di ossigeno ed idrogeno.

368. L'idrogeno e l'ossigeno si combinano sempre in una sola proporzione. Ripetuti sperimenti han provato, che facendo un mescuglio de' due gas, ed infiammandolo con una scintilla elettrica, si ottiene costantemente, che 2 volumi d'idrogeno assorbono 1 volume di ossigeno e formano in tutt'i casi l'acqua. Tali sono state le idee che abbiamo avute prima che Thénard non fosse pervenuto ad ottenere un altro composto d'idrogeno ed ossigeno, a cui ha dato il nome di *perossido d'idrogeno*. Noi esamineremo il primo, ossia l'acqua come il più importante a conoscersi, e quindi daremo un breve estratto delle memorie originali di Thénard riguardante il suo nuovo composto (1).

Dell' acqua.

369. L'acqua fu lungamente considerata come uno dei quattro elementi ammessi da Aristotile. Ippocrate conobbe il primo che essa era la sostanza che nutriva e manteneva la vita degli animali e de' vegetali; e Van-Helmont suppose che questo liquido poteva combinarsi con tutt'i prodotti di tali sostanze.

Ma Maquer e Sigaud-Lafond furono i primi ad ottenere alcuni resultamenti positivi sulla conoscenza della natura dell'acqua. Essi provarono, che ogni volta che si bruciava l'idrogeno in contatto dell'aria, i vasi di cristallo che lo contenevano, e che prima erano perfettamente asciuttti, si trovavano dopo coverti nelle pareti interne dal vapore dell'acqua. Lo stesso ottenne Priestley, bruciando però un mescuglio di ossigeno ed idrogeno, come aveva fatto Schéele, a cui pare che va dovuta la

(1) Qui non terremo discorso su le diverse sostanze che può contenere l'acqua, poichè saranno conosciute parlando dell'analisi delle acque minerali nell'ultima parte di quest'opera; come pure non esamineremo l'azione dell'acqua sopra un gran numero di composti chimici, dovendo trattarne in particolare parlando di queste sostanze.

prima conoscenza della natura dell'acqua. Cavendisch collo stesso mezzo si procurò più grammi di acqua, bruciando maggior quantità de' due gas, come fu dopo ripetuto con egual successo da Warltire, Monge, Mézières, Vatt, ed altri. Ma questi sperimenti vennero confirmati e ripetuti con maggior precisione nel 1783 da Lavoisier, il quale coadjuvato da Laplace e Meusnier, ne determinò benanche le proporzioni de' componenti. Molti altri chimici, come Vauquelin, Lefebvre-Cineau, Fourcroy, ottennero gli stessi resultamenti; Gay-Lussac però ed Humboldt, dimostrarono dopo con un' esattezza più rigorosa la realtà di queste proporzioni. *(Jour. de Physique, 1800).*

Stato naturale.

Non vi ha corpo tanto frequente in natura quanto l'acqua. Ciascuno non ignora che trovasi nell'aria allo stato di vapore, nella superficie della terra allo stato liquido, formando mari, fiumi, laghi ec.; che è perenne allo stato di ghiaccio in vicinanza de' poli sotto l'equatore e sotto i 3° di latitudine a 4800 metri, a' Pirenei a 2440^m, ec.; e che tutt'i corpi naturali sieno solidi, liquidi, o gassosi, contengono sempre più o meno di questo liquido.

Estrazione.

L'acqua nello stato presso che pura, si trova nella neve o nell'acqua di pioggia, essendo raccolta all'aria aperta; ma essa contiene sovente un poco di quest'ultima, da cui può privarsene facilmente col mezzo dell'ebollizione. Per averla però di una purità sempre costante, si distilla semplicemente in una storta col suo recipiente, badando solo di non riscaldarla sino ad 80 di Reaum., e di distillarla sino a che i $\frac{2}{3}$ ne siano passati nel recipiente.

L'acqua pura alla temp. di 3°, 89 del term. centigr. è al *maximum* di densità; il peso allora di un litro o di un decimetro cubico è esattamente un kilogram., cioè 1000 gramme; un metro cubico pesa 1000 kilogram., ed un centimetro cubico 1 gramma. Ma se la temperatura si aumenta, l'acqua si dilata, e diminuisce di peso. Così dal suo *maximum* di densità sino a + 100° si dilata di $\frac{1}{23}$ = 0, 0433 del suo volume primitivo; e secondo Gay-Lussac, 0, 0365 = $\frac{1}{27}$. Alla temp. di 10° di Reaum., un piede cubico di acqua pesa 69, 969 libbre, ed un pollice cu-

bico 5 grossi, 3 grani $\frac{1}{5}$. Ma quante volte l'acqua trovasi satura più o meno di sali, la sua densità aumentasi proporzionatamente. In fatti, un piede cubico di acqua dolce viene reputata del peso di 70 libbre, mentre quello di acqua di mare pesa 72.

Proprietà.

370. L'acqua così ottenuta è limpida, e priva di colore, di odore e di sapore. La sua forza refrattiva è circa 7 volte maggiore di quella dell'aria atmosferica; è elastica, e capace di trasmettere il suono.

L'acqua non è compressibile. Così nel tubo di Mariotte (*fig. 91.*), quando invece di aria vi si racchiude l'acqua nella sua parte curva, come da *a* sino a *c*, allora essa può sopportare un gran peso di mercurio, che si aggiunge dall'apertura *d* del detto tubo, senza che il suo volume si vegga sensibilmente diminuire.

Gli accademici del Cimento, volendo conoscere se l'acqua era compressibile, empirono una sfera di oro vôta con questo liquido, e dopo di averla chiusa ermeticamente l'esposero a' colpi replicati di un forte martello. La sfera sembrava schiacciata in alcune parti, ma dopo poco tempo l'acqua si vide uscire in piccole gocce dalla superficie della suddetta sfera, passando attraverso i pori della sua sostanza. Questo sperimento però non distrusse l'opinione de' fisici, che cioè l'acqua perchè poteva trasmettere il suono, doveva per conseguenza esser compressibile.

Ma questa proprietà, prima supposta nell'acqua, cioè di comprimersi, è messa sempre in dubbio, si è creduto recentemente confirmata dagli sperimenti fatti da Kanton, da Perkins, e da OErsted, dopo i quali sembrava evidentemente dimostrato che non solo l'acqua, ma tutti gli altri liquidi siano compressibili. Essi han dippiù cercato di provare, che l'acqua si comprime in ragione de' pesi di cui è caricata, e che per una pressione eguale a quella dell'atmosfera, la sua diminuzione è secondo Kanton di 0, 000044; di 0, 000048 secondo Perkins, e di 0, 000045 secondo OErsted (1).

(1) Annales de Chimie et de Physique, t. XVI, p. 321, et t. XXII, p. 192.

Gli sperimenti suddetti non sono stati anche esenti da opposizioni, chè essi non sono indipendenti dell' estensione de' vasi ove l'acqua è rinchiusa, e che la diminuzione apparente di volume dell'acqua non è dovuta unicamente alla compressione, ma più al calorico sviluppato, il quale produce poi la dilatazione de' vasi.

Nello sperimento di Kanton il vaso conserva il suo volume. Esso consiste nell' introdurre l'acqua in un tubo di termometro ordinario, come si vede nella fig. 92', essendo terminata la colonna del liquido da un poco di mercurio che le serve di indice. Kanton situò questo termometro aperto sotto la campana posta sul piatto di una buona macchina pneumatica e vi fece il vôto: osservò l'altezza del liquido, ed appena il vôto fu completo il più possibile, aperta sollecitamente la chiave, e fattavi entrare l'aria, il liquido si vide abbassare al disotto del primo livello in modo sensibile. In questo sperimento la compressione del tubo da termometro essendo eguale sì nel suo interno che all'esterno, gli fece dedurre che questa non doveva esercitare alcuna influenza sulla sostanza del termometro, ma piuttosto in quella del liquido, e provò che l'acqua si comprimeva in tal modo di 0, 000046 del volume primitivo per la compressione di una sola atmosfera, che è quella del volume di aria rientrata nella campana.

371. Collandon e Sturn, intrapresero dopo molti ingegnosi sperimenti, onde comprovare la compressibilità de' liquidi. Essi adoperarono similmente tubi di vetro aperti ad una estremità presso a poco come quello usato da Kanton, e tennero conto esatto dello sviluppo del calorico prodotto dalla compressione, della conducibilità de' corpi, della contrazione del vetro, ec. Tutt' i loro sperimenti furono eseguiti alla temperatura di 0° liquido, o ghiaccio fondente, affinchè fossero stati maggiormente paragonabili fra loro. Allo stesso modo poi che Kanton, OErstedt situando il medesimo apparecchio in un tubo con piede pieno di acqua, facendovi scendere un pistone, col mezzo di una vite, trovò che l'acqua si comprimeva di 0, 000045.

Gli autori, dopo di avere determinata la compressibilità de' differenti liquidi, onde conoscere il calore prodotto mercè la compressione, son pervenuti a' seguenti resulta-

menti: 1.° che ad una pressione istantanea di 40 atmosfere, l'aria non s'innalza sensibilmente; 2.° che nell'alcool e nell'etere solforico una pressione di 30 a 40 atmosfere, operata in 1 $\frac{1}{4}$ di secondo, la temperatura s'innalza appena di un grado centigrado; ma con una compressione più rapida, simile a quella che può produrre un colpo di martello, la temp. s'innalza fino a 6 centig.

Più recentemente a Londra Perkins è pervenuto a comprimere l'acqua fino ad $\frac{1}{43}$ del suo volume, sottoponendola ad una pressione, prodotta col mezzo di una macchina a vapore della forza di 180 cavalli, la quale si è calcolata a 30, 000 *punds* (*National Gallery of Pratical Science*, Londra 1834).

372. La compressione ottenuta per lo innanzi da Konton, Perkins, OErstedt e da Collandon e Sturn, è appena atta a potersi valutare, poichè la frazione massima di 0, 000048 è quasi come la divisibilità della materia all'infinito, e non si saprebbe come calcolarla anche approssimativamente. Gli ultimi sperimenti però fatti dallo stesso Perkins a Londra, dopo i quali rilevasi che la diminuzione del volume dell'acqua sottoposta allo sperimento è stato di $\frac{1}{43}$, non sembrerebbero più immaginarii come nelle precedenti ricerche. Osserviamo se vi sono ostacoli per ammettere realmente tale compressibilità nell'acqua. Negli sperimenti di Kanton, Collandon e Sturn, e variati dopo da Despretz, la compressibilità dell'acqua, calcolata dopo fatto il voto nella macchina pneumatica, dietro la rientrata dell'aria, proverebbe tutto al più che l'acqua e gli altri liquidi tolti dalla pressione atmosferica hanno un volume si poco maggiore da corrispondere a quello della diminuzione osservata dopo la rientrata dell'aria; cioè quando dal vôto passano alla pressione di 1 atmosfera, che è la pressione ordinaria. Che poi i vasi conservano, come è detto, lo stesso volume prima e dopo lo sperimento, non sembrami potersi rigorosamente provare, dappoichè non si saprebbe come distruggere l'influenza de' pori ne' vasi, quella dell'aria, che non è provato se tutta può estrarsi dall'acqua colla ebollizione, e finalmente le variazioni di tem-

peratura prodotte col vôto, e colla pressione nella rientrata dell' aria medesima.

373. Gli sperimenti poi di Perkins richiamano contro il fatto osservato quello degli accademici di Firenze sopra citati. La pressa idrostatica è un altro fatto incontestabile in favore della non compressibilità dell'acqua, e sino a quando non si rimuoveranno infiniti ostacoli che presentano sperienze di simil fatta, il che sembrami, se posso così azzardare, impossibile, la compressibilità dei liquidi sarà sempre compresa fra le conghietture e non fra i fatti esattamante confirmati. Difatti, come liquidi non si saprebbe provar la loro compressibilità senza chiuderli in cilindri, e sottoporli a grandi pressioni, come ha fatto Perkins coi suoi due apparecchi, nè si potrebbe escludere in questi ed altri sperimenti la compressione delle pareti del cilindro e quella dello stantuffo cagionata dalla resistenza che oppone l'acqua, la quale in questo caso deve considerarsi, quando è racchiusa, come il solido più incompressibile che tutt'i solidi. Così la porosità de'vasi ammessa nello sperimento fatto dagli accademici di Firenze sopracitato, e la grande dilatabilità prodotta dalla compressibilità de'metalli adoperati deve aver parte nello sperimento. Ciò premesso, se la riduzione dell'acqua sino ad $\frac{1}{19}$ del suo volume si ebbe dietro una compressione di 30,000 *punds*, ottenuta col mezzo di una macchina della forza di 180 cavalli, ne siegue che l'effetto è dovuto in parte alla porosità delle pareti che tocca l'acqua; le quali come nello sperimento degli Accademici di Firenze debbono assorbire un poco questo liquido, essendone poi l'altra parte diminuita dalla dilatazione de'vasi prodotta dal loro schiacciamento momentaneo, dopo la pressione così grande a cui sono sottoposti, e dopo la resistenza incomparabile che deve opporli il cilindro di acqua, che in quel caso, comechè chiusa da ogni dove, debbe considerarsi come il corpo solido che invece di esser compresso agisce esso stesso sul fondo del cilindro e su la superficie dello stantuffo che tocca, comprimendoli, ed agendo in quel caso, dopo gli effetti notissimi della pressa idrostatica, come il più incompressibile di tutt'i solidi.

L'acqua può assorbire molti gas, ma noi non possiamo occuparci che dell' aria atmosferica che tiene sovente in soluzione, e che si separa facilmente riempiendo una storta di questo liquido fino all' estremità del suo collo, che si fa poi immergere nell' apparecchio a mercurio sotto di un tubo pieno di questo metallo. Quando la storta sarà riscaldata sino a metter l'acqua in ebollizione, allora tutta l'aria verrà sviluppata e raccolta nel tubo sul mercurio. Quest'aria contiene una proporzione maggiore di ossigeno, poichè quella dell' atmosfera ne ha appena 0, 21, ed in questa la sua proporzione giunge sino a 0, 32. Ciò dipende dal che l' acqua ha più affinità per l' ossigeno che per l' azoto, e che quando l' aria viene assorbita da questo liquido, si separa una porzione dell' azoto che entra nella sua camposizione. (*V. analisi dell' aria atmosferica, e la memoria di Humboldt e Gay-Lussac, Journal de Physique 1806.*)

374. Quando l'acqua è riscaldata ad 80° centigradi si riduce in vapori; a + 100° poi come si è detto entra in ebollizione, e si cambia in un gas trasparente, che occupa un volume di 1700 volte maggiore di quello dell'acqua impiegata. Ma ad una pressione minore, bolle anche al disotto de' 100° centigr. Così quando si metta un poco di acqua in un matraccio e si riscaldi finchè bolla, chiudendo subito dopo ermeticamente il suo orificio con un sughero, avendolo già tolto dall' azione del calorico, l' ebollizione proseguirà ad aver luogo per qualche tempo. Lo stesso si otterrà quando si metta l' acqua riscaldata a 30° sotto di una campana posta sul piatto di una macchina pneumatica, poichè basta farsi il vôto perchè l' acqua entri in forte ebollizione.

375. Il passaggio che fa l'acqua dallo stato liquido a quello di ghiaccio è accompagnato da fenomeni interessanti a conoscersi. De Mairan ha provato, che l' acqua a zero, congelandosi aumenta di un quattordicesimo del suo volume, e diviene allora più leggiera dell'acqua stessa. Questo effetto dipende unicamente da una particolar disposizione delle sue molecole, poichè quando passa allo stato solido, è capace di cristallizzare in piccioli aghi triangolari, lasciando cosi molti spazii, che veu-

gono occupati dall' aria atmosferica, la quale è anche più leggiera dell' acqua medesima. Ciascuno può convincersi di ciò mettendo sotto di una campana piena di acqua dei pezzi di neve, perchè questi si porteranno nella sua parte superiore comecchè più leggieri dell' acqua, e l'aria sarà sviluppata a misura che la neve anderà a sciogliersi.

376. La forza espansiva che produce l'acqua passando dallo stato liquido a quello di solido, produce degli effetti straordinarii. La rottura frequente che si osserva nelle grandi masse di pietre le quali raccolgono l'acqua nelle loro fenditure, allorchè questa si congela rapidamente, ne somministra una pruova convincente; ma può ciò provarsi col riempire esattamente di acqua una bottiglia di vetro e chiuderla con un sughero, perchè appena sarà questa immersa in un miscuglio frigorifico capace da congelarla prontamente, la bottiglia si vedrà rompere dopo poco tempo in più pezzi.

372. Gli Accademici di Firenze fecero rompere una sfera di rame piena di acqua, così spessa, che secondo Muschembroek, la forza necessaria per produrre questo effetto era equivalente ad un peso di 27720 libbre. Da ciò si comprendono facilmente i cambiamenti che avvengono ne' vegetali, e le alterazioni a cui questi vanno soggetti, allorchè l'abbassamento di temperatura è tale da congelar l'acqua prontamente, ec.

In fatti, allorchè dopo lo scioglimento del ghiaccio un nuovo abbassamento di temperatura produce la congelazione di quell'acqua di cui la terra ne era già inzuppata, quest'acqua, che aumenta di volume, stringe i vegetali nascenti nel collo delle loro radici, ed in tal modo si arresta l'assorbimento de' succhi nutritivi che somministra loro la terra, e quindi la vegetazione viene arrestata. Anche un freddo eccessivo nella primavera può produrre questo effetto, poichè il succo nutritivo nell'interno delle giovani piante, che è composto per la maggior parte di acqua, nel congelarsi si dilata; mentre all'opposto le fibre della pianta si ristringono, e quindi ne avvengono quelle fenditure che poi tanto nuocciono all' accrescimento de' vegetali. V. *Chimica vegetale*.

377. Ma un effetto simile ed assai più energico ci presenta

l'acqua, quando riscaldata viene ridotta in vapori. La sua forza motrice allora è tale, da rimpiazzare con una superiorità incontestabile la forza dell'uomo, degli animali, delle acque, e dei venti. Il suo vapore in questi casi è capace di vincere la pressione dell'aria atmosferica, e di fare equilibrio ad una colonna di acqua di 32 piedi. Ma questa forza diviene estremamente aumentata allorchè la temperatura viene accresciuta. Così a + 220° gradi centig. essa è doppia, a + 135°, è tripla ec.

Per comprovare però gli effetti della forza elastica del vapore Dalton osservò primamente quelli dell'evaporazione a diverse temperature, per dedurne la rapidità con cui quella succede in un aria tranquilla. Il seguente quadro comprende i risultamenti ottenuti dalla temp. + 100°, cioè dell'ebollizione dell'acqua, sino a + 58°, 8

Temperatura del term. centigr.	Forza elastica del vapore	Evaporazione per minuti
+ 100	0, 76	grado 1, 92
82, 2	0, 38	0, 96
73, 3	0, 26	0, 64
66, 6	0, 19	0, 55
66, 2	0, 16	0, 38
58, 8	0, 13	0, 32

Da questo quadro rilevasi, che la quantità di acqua svaporata a ciascuna temperatura è sensibilmente proporzionale alla forza elastica del vapore, e le differenze dipendenti dalla tensione dal vapore contenuto nell'aria, sono sì poco rilevanti, da non alterar molto sensibilmente questa legge; essendo tale differenza a + 11.° di soli $10^{mil.}$, ovvero $\frac{1}{76}$ di quella che corrisponde all'acqua bollente.

378. Quindi Dalton, ed altri fisici estendendo le ricerche su la tensione del vapore di diversi liquidi a temperature al di là della loro ebollizione, si ebbe, dopo le ri-

cerche di Cagniard la Tour, il quale si valse dell'azione riunita del calore e della compressione, che l'etere solforico ridotto in vapori a + 200°, e racchiuso in uno spazio poco meno del doppio del volume che occupa allo stato liquido, esercita allora una pressione di 37 a 38 atmosfere. L'alcool a + 259 si vaporizza anche totalmente in uno spazio poco meno di 3 volte il volume che occupa allo stato liquido, e fa equilibrio a 119 atmosfere. Cagniard dedusse da queste sperienze che i vapori, in certi limiti, sieguono la condensazione de' gas, ma che oltrepassando questi, se ne allontanano considerevolmente.

379. Osservando poi, come fa riflettere Oliver Évans, gli effetti della tensione del vapore nel vôto, si trova che 1 pollice cubico di acqua cambiandosi liberamente in vapori nel vôto porta seco 1300 a 2000 gradi Fahr. di calore, sotto la forma di calorico latente; e quando la stessa quantità di acqua si vaporizza sotto la pressione ordinaria, ne porta 1000 solamente. Dietro questi fatti si deduce che la quantità di calorico latente assorbito diminuisce a misura che aumentasi la resistenza allo sviluppo del vapore; e di fatti spingendo la forza elastica del vapore da 1, a 2 e fino ad 8 atmosfere, la quantità di calorico latente sottratto dal vapore sotto ciascuna di queste pressioni sarà di 1000, 750, 500, 250. gradi Fahr. ec., o in altri termini che il decrescimento siegue un'altra legge, la quale non è ancora esattamente conosciuta.

380. Resulta poi da reiterate sperienze, che il tempo necessario per ridurre l'acqua in vapori, è 5 a 6 volte più grande di quello che fa duopo perchè essa bolla. Il calorico assorbito dal liquido allora è immensamente più grande di quello che presenta dopo il suo vapore; e si richieggono 650 unità di calorico alla pressione ordinaria perchè si riduca in vapori ciascun chilogram. di acqua preso a *zero*. Allora se il vapore dinota solo 100 gradi al term. centigradi, bisogna conchiudere che gli altri 500 a 550 debbono esistervi allo stato di *calorico latente*; ciò che poi è dimostrato dall'esperienza. Di fatti quando si fa passare un chilogram. di vapori di acqua che segnano + 100

attraverso 600 a 650 chilogram. di acqua a *zero*, ne resulteranno 7, a 7, 50 chil. di acqua a + 100, supponendo che non vi abbia perdita di calorico da' vasi ove si fa l'esperienza. Dopo questa osservazione si è dedotto che la quantità di acqua necessaria per produrre la condensazione di una quantità qualunque di vapore di acqua innalzata ad un grado arbitrario di elasticità, deve esser tale da potere assorbir tutto il calorico latente contenuto ne' vapori sottoposti allo sperimento, senza poi esserne essa stessa riscaldata ad un grado maggiore della sua vicina ebollizione, sotto la pressione a cui è sottoposta; quindi più l'acqua è fredda meno ne farà duopo per operar la condensazione del vapore; dovendo poi, per le ragioni esposte più sopra, impiegarne maggior quantità, ancorchè fosse più fredda, qualora volesse operarsi tal condensazione nel vôto, ricordandosi che ivi l'acqua bolle a soli + 70° Fah.

381. Un metro cubico di acqua al suo *maximum* di densità, cioè a + 3, 89 ridotto in vapori sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio, occupa uno spazio di 1696 metr.cub., 4; ciò che prova che un metro cubico di vapori alla stessa pressione, ed a + 100° deve pesare 1000 chilogr. diviso per 1696, 4, ovvero 589 gram. Quando poi si fa occupare al vapore così prodotto uno spazio maggiore, una parte verrà condensata; ma se facciasi in vece entrare più vapore in uno spazio limitato, la temperatura nel vapore viene innalzata, e se la tensione aumentasi dippiù, una parte del vapore cambiasi in liquido per *compressione*, come avviene per alcuni gas, e non per *raffreddamento*. (1) Ciò prova che la tensione del vapore può aumentarsi fino a certi limiti. Watt, Souttern, e Dalton; Betancourt, Gay-Lussac, Dulong e Petit, Cristiau, Clément e Desormes han fatto delle ricerche esatte onde stabilire la forza del vapore a diverse temperature. Le sperienze però di Southern, di Clément e Desormes e quelle di Cristian presentano una coincidenza rimarchevole, come lo indica il seguente quadro:

(1) Al di là della pressione di 10 atmosfere il vapore si cambia per la maggior parte in liquido, e la sua tensione resta la stessa.

PRESSIONI ESPRESSE in Atmosfere	GRADI DEL TERMOMETRO CORRISPONDENTI A QUESTE PRESSIONI		
	Southern	CLÉMENT e Desormes	Cristian
	gradi centig.	gradi centig.	gradi centig.
1	100	100	100
2	121 , 30	121 , 55	122
4	145 , 33	144 , 95	144 , 82
8	173 , 11	172 , 13	167 , 50
10	182 , 00	182 , 00	182 , 00 (2)

(2) Laplace che ha trattato questo argomento con quella superiorità che distingue ogni suo lavoro, è pervenuto alla formola seguente: *la forza espansiva del vapore è*

$$f = 0,76 \times 10^{i}\ 0,0154547 - i^{2o},\ 0006258 26$$

i è il numero de' gradi centigradi contati sopra i 100 (sotto poi i 100 esso è negativo), ed *f* è espresso in metri di mercurio sostenuto nel tubo barometrico; si sono dedotti da questa formola i seguenti risultamenti:

163 centigr. danno una forza elastica = 5 atmosfere

152 id. .... 4 id.
139 id. .... 3 id.
122 id. .... 2 id.
100 id. .... 1 id.
82,5 id. .... 1/2 id.

Siegue la forza elastica del vapore di acqua dalla pressione di 1 atmosfera, cioè 0m, 76 sino ad 8 atmosfere.

Numero di atmosfere	Pressione in metri di mercurio	Temperatura	Numero di atmosfere	Pressione in metri di mercurio	Temperatura
1	0, 76	100	5	3, 80	154
1 ½	1, 140	112, 2	5 ½	4, 18	158
2	1, 52	122	6	4, 56	161, 5
2 ½	1, 90	129	6 ½	4, 94	164, 7
3	2, 98	135	7	5, 32	168
3 ½	2, 66	140, 7	7 ½	5, 70	170, 3
4	3, 04	145, 2	8	6, 08	173
4 ½	3, 42	150			

Gay-Lussac provò dopo che il vapore a misura che cambia di temp. il suo volume aumentasi di $\frac{100}{26667}$ per ciascun grado di elevazione del term. centigr; e diminuisce nello stesso rapporto per ciascun grado di abbassamento dello stesso termometro; il che prova che le forze elastiche de' vapori variano in una maniera costante.

382. Applicando poi, dopo questi risultamenti, la legge di Mariotte, almeno alle pressioni medie, si avrà che la densità del vapore dell'acqua compresso, è proporzionale alle pressioni che può sopportar questo vapore; e per conseguenza il volume è esattamente in ragione in versa di queste pressioni, supponendo però che la temp. resti costantemente la stessa: quindi dopo la coincidenza di questi fatti ha potuto stabilirsi il seguente quadro:

MISURE DELLE PRESSIONI						VOLUME di 1000 chilogrammi DI VAPORE	
IN GRADI del term. centigr.		IN ATMOSFERE		IN ALTEZZE DEL BAROMETRO		a 100.°	alla temp. corrispondente alla sua pressione
				a mercurio	ad acqua		
gradi		gradi		millimetri	metri	metri cubici	metri cubici
182	00	10		7600	103,56	170,00	207,98
177	40	9		6840	93,02	188,89	228,72
172	13	8		6080	82,68	212,50	254,27
166	42	7		5520	72,55	242,85	286,70
160	00	6		4560	62,01	283,33	329,65
156	70	5	50	4180	66,85	309,10	356,86
153	30	5		3800	51,68	340,00	389,38
149	15	4	50	3420	46,52	377,77	428,36
144	95	4		3040	41,34	425,00	477,05
140	35	3	50	2660	36,18	485,70	559,10
135	00	3		2280	31,00	566,70	620,74
132	15	2	75	2090	28,42	618,20	672,56
128	85	2	50	1900	25,84	680,00	735,45
125	50	2	25	1710	23,26	755,50	808,00
121	55	2		1520	20,67	850,00	899,91
117	10	1	75	1330	18,09	971,40	1016,66
112	40	1	50	1140	15,51	1133,30	1171,59
106	60	1	25	950	12,93	1359,90	1384,36
100	00	1		760	10,34	1700,00	1700,00
92	00	0	75	570	7,76	2266,60	2217,20
82	00	0	50	380	5,18	3400,00	3229,36
66	00	0	25	190	2,60	6800,00	6198,38
51	45	0	125	95	1,30	13600,00	11801,00
38	00	0	0625	47,5	0,65	27200,00	19917,50
12	00	0	0141	10,71	0,1456	120670,00	91735,60

Le conclusioni poi dedotte da queste sperienze sono:

1.° Che la forza elastica del vapore aumenta seguendo una progressione geometrica, mentre che la sua temperatura aumenta seguendo una progressione aritmetica; che in ciascuna addizione di circa 30 gradi Fah. che si fa alla temp. dell'acqua, raddoppiasi la forza elastica del vapore, in modo che raddoppiandosi la temperatura al di là della sua ebollizione sotto la pressione ordinaria, si ha presso a poco centupla la forza elastica.

2.° Che la quantità proporzionale di calorico che deve

aggingnersi alla temp. in cui già trovasi l'acqua, perchè si raddoppia la forza espansiva del suo vapore, diminuisce progressivamente a misura che la temperatura nell'acqua si aumenta. Così l'addizione di 30 gradi Fah. quando l'acqua ne avesse già 370, aggiugnerebbe 4, 363 volte altrettanto di forza al vapore, che l'addizione della stessa quantità, quando l'acqua non avesse che 10 gradi di calore solamente alla stessa scala di Fhar.

3'. Finalmente, che il vapore debole, o che ha poca tensione, assorbe e ritiene maggior quantità di calorico latente, come si è detto avvenire per quello che si forma nel vôto, che quando è spinto ad un grado di espansibilità più grande; assorbimento poi che deve considerarsi essere in ragion diretta dello spazio in cui il vapore può dilatarsi.

383. Watt fu il primo ad impiegare il vapore come motore non solo alla semplice pressione di 1 atmosfera, ma bensì ad una pressione inferiore, cioè di $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ di atmosfera, facendo agire la sola forza naturale della espansione del vapore. Dopo questi dati, se paragonasi l'effetto prodotto da una quantità costante di vapore a $+ 100°$; ciò che corrisponde ad 1 atmosfera, e quello dello stesso vapore che si dilata naturalmente, si avrà che moltiplicando il volume del vapore prodotto a ciascuna temperatura per la pressione che può sopportare, il prodotto dinota il peso che può essere elevato ad un metro di altezza. Watt partendo dallo stesso principio pervenne a calcolare il peso che può innalzare il vapore per ogni *detenta,* cioè istantanea espansione. (1) Egli fece

---

(1) La espressione *détente*, che applicasi alla *macchina a media pressione* ed a *détente*, non si saprebbe esattamente tradurre dietro la semplice sua etimologia. Ma vuolsi intendere per macchina a *détente* quella in cui supposto che la forza elastica del vapore in una caldaja o nel piccolo cilindro fosse di tre atmosfere, il grande cilindro dovrebbe avere una base di una dimensione 3 volte più grande del piccolo cilindro, qualora si volesse *détendere* di una sola atmosfera; e poichè il vapore passando istantaneamente dal piccolo nel grande cilindro agisce per lo *forza espansiva*, trovandosi la sua elasticità diminuita da tre ad 1 sola atmosfera, essendo lo spazio del grande cilindro tre volte maggiore del piccolo, allora la parola *détente*, vale *espansione*, e quindi nelle macchine a detenta il vapore

dippiù, conobbe la quantità di combustibile consumato e l'effetto prodotto da una macchina a vapore che agiva ad una sola atmosfera ed un quarto. Questa macchina della forza di 10 cavalli dopo il sistema dello stesso Watt, producendo in 24 ore una forza di 73 *dinamo* (1). Si trova che la quantità di combustibile consumato in quello spazio di tempo e = 1, 100 chilogrammi. Così per produrre un dinamo di forza con le macchine fatte sul suo sistema, vi bisognano 85 chilogr. di vapore, e per conseguenza altrettanta acqua deve introdursi nella caldaja, e 18 chilogr. di carbone. Sei volte 85 chilogr. di acqua, e 6 volte 18 chilogr. di carbone, ciò che dà 510^{chil} della prima e 128^{chil} dell' ultimo, daranno la forza detta *di un cavallo* (2) durante 24 ore, e con tali dati semplicissimi si perverrà facilmente a calcolare le dimensioni che debbono avere le principali parti delle macchine a vapore.

384. Premesse tali conoscenze, si rende ora facile intendere il meccanismo o il principio su cui poggia la costruzione di una macchina a vapore.

Papin fece il primo apparecchio, detto *digestore di Papin* col quale mostrò i portentosi effetti del vapore compresso. Hero colla sua *eulipile* erasi già servito sotto altre vedute della forza del vapore, ma il Capitano Savary

---

agisce *per espansione*. Di fatti quando il vapore passa nel piccolo cilindro agisce con tutta la sua forza, ma pervenuto nell' altro, assai più grande, si dilata sotto il pistone; e nell' aumentarsi di 3, di 4, di 6 volte il suo volume agisce elevandolo ed abbassandolo per la sola *forza espansiva*.

(1) S' intende per *unità dinamica*, o un *dinamo*, un numero qualunque (p. c. 1000 chilogram.) innalzato ad un' altezza di un metro in un dato tempo.

(2) La forza di una macchina a vapore viene ora paragonata a quella di un cavallo, ed equivale ad uno sforzo che può elevare ad 1 metro di altezza un peso di 75 chil. in un minuto secondo, ovvero di 270 metri cubici di acqua ad 1 metro di altezza per ora.

L' *unità dinamica* poi, o forza di un cavallo detto di *fuoco*, in una macchina a vapore varia presso i diversi costruttori, ed è portata ora a 60, 70, 75, 80, ec. chilogrammi, tal che una macchina di 6, cavalli sarà capace di elevare 6 volte 60, 70, 75, 80, ec. chilogr. ad un metro di altezza: questi dati però non hanno alcun calcolo positivamente esatto, e debbesi considerarli come puramente convenzionali.

fu il primo ad impiegarlo per innalzar l' acqua. Poco dopo Newcomen lo adoperò al movimento di alcune macchine anche per lo stess' oggetto nello scavo delle miniere, e può dirsi che un semplice lavoratore di ferro alla fucina abbia il primo aperta la strada alla vera applicazione del vapore come motore generale. Nel 1758 Keane e Fitz-Gerald dettero alla macchina di Newcomen maggiore sviluppo, cambiandone il movimento alternativo in movimento di rotazione continua col soccorso di ruote dentate e di rocchetti. Ma il vero perfezionamento della macchina a vapore va dovuto al celebre Watt. Questi riflettendo sulle dottrine di Blak, relative al calorico latente, vide che nella macchina di Newcomen si aveva grande dispersione di calorico nel raffreddare il pistone ed il cilindro col mezzo dell'acqua fredda, e che perciò prodotto il vôto il pistone scendesse per la pressione dell'aria, e si elevasse poi col novello vapore. Questa osservazione lo guidò alla più grande scoperta che siasi fatta su le macchine a vapore, quella cioè di *condensare* in vece di *raffreddare* il vapore nel cilindro, elevandosi ed abbassandosi il pistone per la sola forza elastica del vapore.

385. In tutte le macchine a vapore vi ha due parti essenziali: 1.° quella destinata alla *generazione* del vapore (caldaja e bollitori); 2.° quella in cui pervenutovi il vapore agisce come potenza motrice, e dicesi *apparecchio funzionante* (il cilindro dove sta il pistone). In quest'ultimo vi sono due aperture, una in basso e l'altra nell'alto, e servono a distribuire il vapore ora sotto ed ora sopra lo stantuffo per alzarlo ed abbassarlo. Il vapore vi perviene per un particolare robinetto immaginato da Maudslay, detto a *4 aperture* in forma di croce latina o colla *valvola* detta a *tiratojo*, che è ora la più generalmente ricevuta. Sì l' uno che l' altra hanno comunicazione coll' apparecchio funzionante (cilindro); il vapore allora si dirigge prima sotto la base del pistone, e sia per la forza *espansiva* che *comprimente* o di *condensazione*, agisce sollevandolo. Pervenuto poi nell' alto della sua corsa il pezzo che apre e chiude il robinetto, o che alza ed abbassa il tiratojo, cui sta attaccato ad una piccola leva fissata sul bilanciere, avrà chiuso il passag-

gio in sotto al vapore, ed aperto quello in sopra; quindi lo stantuffo si abbassa, ed il vapore che sta nel cilindro e che ha elevato lo stantuffo verrà compresso, e ne uscirà per l' altra apertura tanto del robinetto che del tiratojo.

Le macchine prima in uso erano a *semplice effetto* (Newcomen e Cawley); ora però si costruiscono tutte a *doppio effetto*. Queste ultime sono: a *bassa pressione* (Watt), a *media pressione*, ad *espansione*, dette a *detente* (Woolf), e ad *alta pressione* (Olivier Evans e Trevithick).

Nelle macchine a *semplice effetto* il vapore agisce sopra una faccia del pistone solamente, il quale perchè si fa condensare vi ha una gran perdita di calorico; (§. 384) ed in quello a *doppio effetto* la sua azione si esercita alternativamente su le due basi del pistone. Quasi in tutte le macchine il vapore dopo che avrà agito sul pistone si fa uscire e condensare nell' acqua fredda, e sono ben rare quelle in cui il vapore si fa disperdere nell' atmosfera. Le macchine però più generalmente in uso sono a *doppio effetto*. Quelle a bassa pressione operano con una elasticità del vapore compresso fra 1 a 2 atmosfere; le altre a media pressione da 2 a 3, e quelle ad alta pressione l' elasticità è superiore a 3 atmosfere.

Nelle macchine a *bassa pressione* il vapore agisce sotto e sopra la base del pistone (§. 383). Quelle a *media pressione* e ad *espansione* (a détente) hanno due cilindri, uno più piccolo in cui è compresso il vapore, e da questo passa nell' altro più grande ove poi agisce su le due facce del pistone per *espansione* (§. 383 v. la nota). Nelle macchine ad *alta pressione* il vapore ha una elasticità di 8 a 10 atmosfere, ed oggi si pretende, che Perckins l' abbia spinta sino a 37. Esse differiscono dalle altre, perchè agiscono senza condensare il vapore, e son dette perciò *macchine senza condensazione*. Queste macchine però si rendono assai più vantaggiose per le così dette carozze a vapore, e perchè si allontani ogni pericolo di esplosione si richiede che le caldaje sieno più spesse, ciò che facilmente si ottiene facendole a più capacità alternative e basse, o in più canne di ferro unite

per gli estremi, e coll'apporvi ancora la *valvola* chiamata di *sicurezza*; ma tal sistema è meno sicuro, ed è stato perciò poco generalizzato; quindi le macchine dette a *détente*, cioè ad *espansione* ed a *media* o *bassa pressione* sono le più generalmente usate.

Ecco come divide Tredgold le macchine a vapore costrutte dietro i più recenti sistemi i meglio ricevuti.

Classe 1.ª

Macchine senza condensazione che agiscono. .	1. per la sola produzione del vapore 2. per la produzione e l' espanzione.

Classe 2.ª

Macchine a condensazione che agiscono per la	1. condensazione del vapore 2. condensazione ed espansione 3. produzione e condensazione 4. produz. condensaz. ed espansione.

Analisi o scomposizione dell' acqua.

386. Facendo passare l'acqua in vapori attraverso una canna di porcellana o di vetro rovente, in cui si sono introdotti prima de' fili o la limatura di ferro, si otterrà dall'estremità opposta della canna lo sviluppo dell' idrogeno, e tutto l'ossigeno rimarrà fissato al ferro. Operando allora a questo modo, ed usando la più grande precisione nel tener conto della quantità di acqua scomposta, che manca da quella adoperata; dall' aumento di peso del ferro, e dal peso dell' idrogeno ottenuto, si troverà che l'acqua è composta da 100 di ossigeno e da 13, 27 d' idrogeno in peso, ed in volume, da 1 volume di ossigeno e da 2 volumi d'idrogeno. Dopo ciò la sua composizione verrebbe rappresentata (1).

In propor., da 1 d'idrogeno, 13, 270 + 1 di ossigeno 100, 00.
In atomi, . . da 2 d'idrogeno, 13, 270 + 1 di ossigeno 100, 00.

(1) Barba, fu il primo e conoscere che la scomposizione dell'acqua sul ferro poteva anche avvenire ad un calore assai prima del suo arroventamento, e ciò può ottenersi similmente coll' introdurre in una storta la limatura di ferro bagnata riscaldandola poi sino che l' idrogeno si sviluppa.

Sintesi o composizione dell'acqua.

482. Ogni volta che si brucia il gas idrogeno, sia in contatto dell'aria, che del gas ossigeno, si otterrà sempre l'acqua per risultamento. Lo sperimento può farsi coll'apparecchio della fig. 93. Esso consiste nella campana A, in cui sarà stato introdotto il gas ossigeno; nella sua apertura superiore *a* vi è un conduttore di metallo per trasportare nell'interno della campana le scintille elettriche, le quali poi servono per accendere l'idrogeno, che si fa sviluppare dall'estremità *d* del porta-gas di metallo avvitato sul robinetto della vescica B; badando di non fare uscire l'idrogeno se non quando le scariche delle scintille elettriche sono più energiche, perchè al contrario mescolandosi esso coll'ossigeno, potrebbe facilmente detonare. Allora l'idrogeno acceso una volta brucerà assorbendo l'ossigeno, e l'acqua si vedrà condensare a poco a poco, e precipitarsi sulle parieti della campana.

Quando però si richiedesse una precisione maggiore in questa sintesi, fa duopo ricorrere all'apparecchio proposto da Lavoisier e Laplace, che consiste in due gassometri a mercurio (§. 215) de'quali in uno si contiene l'ossigeno e nell'altro l'idrogeno. Questi due gas si fan passare prima separatamente sul cloruro di calcio, e poi in un recipiente di cristallo, dal quale si estrae l'aria mediante una buona macchina pneumatica, e quindi vi si fa passare il gas ossigeno contenuto in uno de'gassometri. Quando il recipiente sarà pieno di questo gas, si faranno allora passare molte scintille elettriche nel suo interno, affinchè possa accendersi il gas idrogeno come nella sperienza precedente. Operando così su grandi quantità de' due gas, potè conoscersi, dalla mancanza di questi ne'gassometri, e dal peso dell'acqua che si era formata nel recipiente, le proporzioni di ossigeno ed idrogeno che entravano nella composizione dell'acqua. In fatti, se nel tubo che serve per esporre i gas all'azione dell'elettricismo *(fig. 80)* s'introduca un miscuglio di 2 misure di gas idrogeno, ed 1 di gas ossigeno puri e disseccati, accendendo questo miscuglio con una scintilla elettrica, accaderà una detonazione, il volume de' due gas sparirà interamente, e si otterrà l'acqua per risultamento.

383. Berzelius e Dulong con un metodo più semplice, dopo quello eseguito da Gay-Lussac ed Humboldt coll'eudiometro di Volta (§. 358), fecero passare una corrente di gas idrogeno puro e privo di acqua sull'ossido di rame egualmente disseccato. Si formò una quantità di acqua coll'ossigeno dell'ossido, il quale essendo diminuito di peso fece conoscere la quantità di ossigeno che entrava nella composizione dell'acqua ottenuta. Adoperando dopo tutte le precauzioni necessarie, essi poterono stabilire, che l'acqua contiene 12, 488 d'idrogeno in luogo di 13, 27, sopra 100 di ossigeno.

Dell' acqua ossigenata.

387. L'idrogeno può combinarsi ad una maggiore proporzione di ossigeno allorchè trovasi allo stato nascente, e forma il *perossido d' idrogeno*, ovvero *acqua ossigenata* (1).

Thénard, a cui siam tenuti della importante scoverta di questo nuovo composto, ha indicato il seguente processo per ottenerlo:

Si faccia una soluzione di deutossido di bario (2) nel-

(1) Dopo quanto si è esposto a' §§. 228 e 229 su le combinazioni dei corpi, che avvengono cioè sempre a proporzioni *determinate*, l'acqua ossigenata non potrebbe a rigore considerarsi come *perossido d' idrogeno*, perchè essa offre l'esempio piuttosto di una *soluzione*, che di una vera *combinazione* chimica. Infatti, noi vedremo nella sua preparazione, che l'ossigeno può essere assorbito dall'acqua presso a poco come un sale che si scioglie in tutte proporzioni in questo liquido, sino alla sua saturazione.

(2) Si prepara in grande il dentossido di bario riscaldando il nitrato di barite (V. Nitrati) puro in una storta di porcellana, sino a che non si sviluppi più ossigeno dal collo della storta. In questo stato il residuo che si ottiene, che è il protossido di bario (barite), contiene solamente un poco di silice e di allumina, ma il più importante si è che non contenga che picciole tracce di ossido di manganese, poichè questo ha la proprietà d'impedire che più ossigeno si combini all'acqua discacciandolo con grande energia. S'introduca allora questo protossido di bario ridotto in piccioli pezzi in un tubo lungo di vetro lutato, che possa contenere due libbre almeno del protossido indicato. Si adatti questo tubo in un fornello bislungo, e quando sarà riscaldato all'incandescenza, vi si faccia passare da una sua estremità una corrente di gas ossigeno puro e secco. Questo gas sarà fortemente assor-

l'acido idroclorico fumante, al quale si aggiunga dell'acqua in quantità sufficiente affinchè l'acido allungato così da 2 decilitri di questo liquido possa sciogliere circa 51 grammi di deutossido. Questo liquido acido si metta in un tubo di vetro con piede ed alquanto alto, e si circondi con ghiaccio; quindi vi s'introducano 12 grammi di deutossido di bario leggermente umettato e triturato in un mortajo di vetro, finchè siasi ridotto in una pasta fina, perchè allora il deutossido vi si scioglie senza effervescenza, soprattutto quandi si agita il liquido. Allorchè la soluzione è fatta, vi si fa cadere l'acido solforico puro e concentrato goccia a goccia sinochè non si manifesti più precipitato, e che vi rimanga un leggiero eccesso dell'acido suddetto. Si filtri il liquido, dopo che il deposito in fiocchi di solfato di barite ha avuto luogo, e quando non passa più liquido, si metta poca quantità di acqua distillata sul residuo, e quindi si riunisca all'altro liquido filtrato. Si può anche lavare maggiormente questo deposito con acqua distillata, e conservare queste acque per adoperarle nelle altre simili lozioni. Si aggiunga al liquido primitivo filtrato un altra volta la stessa quantità di deutossido di bario, e quindi l'acido solforico, raccogliendo e lavando il precipitato con le acque adoperate nel primo sperimento, ripetendo similmente la stessa operazione più volte finchè si abbia un acqua assai satura di ossigeno.

Quando si è ottenuto così un liquido carico di ossigeno, si saturi con deutossido di bariò, tenendolo sempre nel ghiaccio nel vaso di vetro. Si separeranno dopo poco tempo de'fiocchi abbondanti di silice e di allumina, ordinariamente colorati in giallo dall'ossido di ferro e di manganese, contenuti nel deutossido di bario. Si metta il tutto su di un filtro di tela, in cui avvolta la materia,

bito dal protossido di bario, e quando se ne svilupperà l'eccesso dall'altra estremità del tubo, si lasci per pochi altri minuti, e quindi raffreddato il tubo si raccolga il deutossido formato, e si conservi chiuso ermeticamente in boccia di cristallo adattata.

Il carattere che distingue questo composto è, di avere un color grigio, di dilatarsi quando si bagna con qualche goccia di acqua, ma di non riscaldarsi; quando contiene qualche traccia di ossido di manganese manifesta qualche macchia di color verde.

si comprima prontamente. Per separare le ultime porzioni di silice, di allumina e di ossido di manganese, che l'acqua filtrata può contenere, vi si aggiunga (operando sempre nel vaso circondato di ghiaccio) un poco di acqua di barite goccia a goccia, ed agitando il liquido con un cilindro di vetro, si filtri sollecitamente per un filtro doppio di carta. Allora il deutossido di bario sarà scomposto, l'acido solforico si combinerà al protossido, e l'eccesso dell'ossigeno resterà unito all'acqua. Ciò fatto, non resta che precipitare l'acido idroclorico col mezzo del solfato di argento, operando sempre sul liquido circondato di ghiaccio; e l'acido solforico con una soluzione di protossido di bario (barite). Filtrato dopo il liquido, per separarne i precipitati indicati, si agiti con un leggiero eccesso di acqua di barite, la quale poi si toglie aggiungendovi qualche goccia di acido solforico, operando sempre in modo che il liquido contenga appena un leggiero eccesso di acido, il quale rende l'acqua ossigenata più stabile.

Impiegando la quantità di acido idroclorico indicata, si possono trattare circa 90 a 100 grammi di deutossido di bario, ed il liquido che si ottiene trovasi saturato da 25 a 30 volte il suo volume di ossigeno. Volendo renderlo più ossigenato, vi si aggiunga altra quantità di acido idroclorico per disciogliere altri 30 grammi di deutossido di bario, mantenendo l'acidità a tal punto da potere in fine dell'operazione disciogliere circa venti grammi di deutossido di bario senza l'intermezzo dell'acido solforico. Thénard avendo ottenuto un'acqua che aveva assorbito 50 volte il suo volume di ossigeno, si avvide che da un giorno all'altro andava a svilupparsi quest'ultimo.

Quest'acqua, che deve esser considerata come acqua ossigenata ed acqua pura, può esser maggiormente concentrata. Così quando essa si mette in un tubo di vetro col piede, che si situa in mezzo di un vaso che trovasi pieno pe'due terzi di acido solforico molto concentrato, introducendo quest'apparecchio sotto di una campana posta sulla macchina pneumatica, allorchè sarà fatto il vôto, l'acqua sarà volatilizzata ed assorbita per la maggior parte dall'acido, e l'acqua ossigenata che non lo sarà sensibil-

mente, dopo due giorni si troverà che contiene circa 150 volte il suo volume di ossigeno.

Proprietà.

388. L'acqua ossigenata della densità di 1, 452, che è la più satura di ossigeno, è un liquido scolorato senza odore sensibile. Il suo sapore ha qualche analogia con quello del tartaro emetico; attacca istantaneamente l'epidermide, cagionando de' pungimenti dolorosi che finiscono colla sua distruzione, quando la sua azione fosse più prolungata. Applicata sulla lingua l'imbianca, e cagiona lo stesso pungimento; ispessisce la saliva; essa non cambia punto i colori vegetali, ma li distrugge lentamente e l'imbianchisce. La sua azione sull'ossido di argento è una delle più violenti. Appena una goccia dell'acqua cade su questo ossido, produce una vera esplosione, e dà luogo ad uno sviluppo di calore tanto forte, che nell'oscuro è accompagnato da una quantità di luce molto sensibile. Gli ossidi di piombo, di platino, di oro, e di palladio; il perossido di manganese, e quello di cobalto, ec. agiscono pure con grande energia sul perossido d'idrogeno. Molti metalli ancora, come l'argento, il platino, il rodio, l'oro, il palladio, l'osmio e l'iridio, ridotti in polvere fina producono gli stessi effetti. In tutt'i casi l'ossigeno dell'acqua si sviluppa, e qualche volta anche quello dell'ossido. Se poi il perossido d'idrogeno si metta in contatto coll'arsenico, col selenio, col molibdeno e col tungisteno, questi corpi si uniranno all'ossigeno, e si avranno degli acidi di questi metalli, producendosi anche in queste circostanze sviluppo di luce.

Analisi del perossido d'idrogeno.

389. Quest'analisi si fa, come lo indica lo stesso Thénard, o riscaldando gradatamente l'acqua ossigenata, o versandovi qualche goccia di soluzione di potassa pura ed il perossido di manganese stemperato nell'acqua, che ha la proprietà di svilupparne tutto l'ossigeno, il quale si raccoglie sul mercurio. L'oggetto dell'aggiunzione della potassa è per saturare quel leggiero eccesso di acido contenuto nell'acqua ossigenata, il quale potrebbe sviluppare anche l'ossigeno dello stesso manganese. L'operazione non si farebbe senza inconvenienti operando sull'acqua satura

di ossigeno, poichè quest'ultimo sarebbe sviluppato rapidamente. Si può ovviare siffatto inconveniente allungando il perossido d'idrogeno di una densità conosciuta, con una quantità di acqua distillata di cui si conosca il peso, sottraendolo poi nel calcolo.

Thénard, che riguarda queste sue sperienze come esatte, considera l'acqua ossigenata della densità di 1, 452 come un perossido d'idrogeno il quale contiene relativamente alla stessa quantità d'idrogeno, due volte altrettanto d'ossigeno che l'acqua ordinaria, che Thomson ha poi valutato, calcolando sull'acqua ossigenata della stessa densità di 1, 452, ad

Idrogeno. 1 atomo = 6,25	{	ed in peso 5, 89
Ossigeno. 1 atomo = 100	{	.... 94, 11

dal che ne siegue, che l'acqua ossigenata a circa 4, 5 gradi centigradi, deve assorbire 66, 6 volte il volume di ossigeno per cambiarsi in perossido d'idrogeno della densità di 1, 452 (1).

Usi. — L'acqua ossigenata non è stata ancora applicata generalmente. La proprietà del cloro di scolorare molte sostanze, e che appartiene anche all'acqua ossigenata, può, secondo Thomson, dipendere dalla formazione di quest'ultima coll'azione del cloro su queste sostanze. Un artista francese che possedeva un bel disegno di Raffaello, in parte cancellato da alcune macchie in nero, mercè l'applicazione dell'acqua debolmente ossigenata, lo vide tosto restaurato, poichè il solfuro di piombo che ne aveva prodotta la macchia in nero, fu cambiato in solfato che è bianco. La carta colorata col bistro, non è alterata dall'acqua ossigenata.

Acido idroclorico.

390. Dopo dell'ossigeno, il cloro è il corpo che esercita

(1) V. per più precisione le diverse memorie originali di Thénard. *Ann. de chim. et de phys.* tom. IX, pag. 314, tom. X. pag. 114; Thénard *Traité de chim. Sixième édit.*, t. I. pag. 205; et Thomson, Supplément 1822, p. 333.

una maggiore affinità sull' idrogeno, ed il composto che ne resulta è conosciuto col nome di *acido idroclorico*, comunemente detto *acido muriatico*.

Negli scritti di Basilio Valentino si fa menzione di quest'acido. Glaubero sembra essere stato il primo che lo abbia ottenuto, distillando un mescuglio di acido solforico e cloruro di sodio (sal marino). Fu allora chiamato *spirito di sal-marino*, e da Schéele *acido muriatico flogisticato*. Cavendisch il primo l'ottenne nel 1776 allo stato di fluido elastico, e lo annunziò nella sua memoria intorno alle arie fattizie (1). Quindi Priestley ne esaminò anche parecchie sue proprietà (2); ma Henry (3), Berthollet (4), Gay-Lussac e Thénard (5), Davy (6) e Berzélius, ne han dopo completato maggiormente le conoscenze, su le sue proprietà, e soprattutto su la sua composizione.

Stato naturale.

391. L'acido idroclorico si è trovato solo in vicinanza dei Vulcani in attività, da cui si sviluppa allo stato di gas col vapore dell'acqua, proveniente probabilmente da qualche muriato o cloruro che si scompone. Esaminando molti prodotti del nostro vulcano vi ho trovato una quantita di quest'acido libero, e combinato ad alcuni ossidi metallici, come soprattutto a quello di ferro. Esso entra come parte costituente del cloruro di sodio (sal-marino), percui le acque del mare lo contengono abbondantemente. Si trova pure in qualche acqua minerale, ma molto di rado.

Estrazione.

Per ottenere quest' acido si fa uso dello stesso processo di Glaubero, modificato da Schéele, il quale consiste nel fare un mescuglio di parti uguali di cloruro di sodio disseccato, o meglio fuso (salmarino decrepitato) e ridotto in polvere, ed acido solforico di commercio. A quest' effetto si mette prima il cloruro di sodio già fuso

---

(1) Phil. Trans. Vol. LVI, p. 137.
(2) Priestley, on Air. II, 276.
(3) Élémens de Chimie, tom. I.
(4) Mém. d'Arcueil, tom. II.
(5) Recherches Physico-chimiques, tom. II.
(6) Élém. de Chimie philos. tom. I.

in una storta o in un matraccio, come abbiamo esposto per l'acido nitrico §. 343, e quindi vi si versi l'acido solforico pel tubo di sicurezza a due sfere H, *fig.* 24, avendo prima lutate le giunture del recipiente, e quelle delle bottiglie con loto grasso. Può anche adoperarsi con più vantaggio invece del recipiente la bottiglia a tre gole C, che si mette in un vaso cilindrico, come si vede nella *fig.* 33, perchè così potrà più facilmente condensarsi maggior quantità di quest'acido. In tal modo disposto l'apparecchio, si riscaldi il mescuglio gradatamente. La reazione fra le due sostanze avrà subito luogo: si forma protossido di sodio coll'ossigeno dell'acqua contenuta nell'acido impiegato che si scompone, ed acido idroclorico col cloro del cloruro e coll'idrogeno dell'acqua. In fondo della storta vi rimane un bi-solfato di protossido di sodio; e l'acido idroclorico allo stato di gas, parte verrà condensato nella bottiglia o nel recipiente, e parte sarà assorbito dall'acqua contenuta nelle altre bottiglie.

Siccome l'acido ottenuto contiene un poco di acido solforico, così si distilla nuovamente ad un calore capace di volatilizzarlo soltanto e fino a' $\frac{7}{8}$, come si è detto per l'acido nitrico, perchè allora l'acido solforico rimarrà in fondo della storta come meno volatile. Può anche depurarsi quest'acido per mezzo del cloruro di bario (muriato di barite), col quale forma un composto insolubile, che può dopo separarsi colla semplice decantazione distillando poi un altra volta l'acido per aversi puro.

Proprietà.

392. L'acido idroclorico così ottenuto è un liquido quasi scolorato che spande de'fumi densi nell'aria allorchè è sufficientemente umida, perchè ne assorbe l'acqua che condensa; è molto caustico, e la sua densità, quando è concentrato giunge secondo Thénard sino ad 1, 208.

Esposto all'azione del fuoco in vasi chiusi si vaporizza facilmente, e quindi si condensa nuovamente ad una temperatura più bassa. Esso non ha azione alcuna sui corpi semplici metalloidi.

Gas acido idroclorico.

393. L'acido idroclorico allo stato di gas ha molte al-

tre importanti proprietà. Per averlo si fa uso delle stesse proporzioni di cloruro di sodio fuso o fortemente dissecato, ed acido solforico, che si mettono in un piccolo matraccio, a cui poi si adatta il solito tubo ricurvo per isviluppare il gas, che fa d'uopo raccoglier sull'apparecchio a mercurio.

Proprietà.

Questo gas è invisibile, ed elastico come l'aria atmosferica. Ha un'odore soffocante più forte che quando è liquido, e se viene in contatto dell'aria si cambia in un vapore denso bianco per l'acqua che condensa. Esso non mantiene la respirazione, nè anche la combustione de'corpi. Se però s'introduce una candela di cera accesa in un tubo che lo contiene, la fiamma prima di spegnersi si fa più grande e di color verde. Ammesso il suo peso specifico come 1, 2847, allora un decimetro cubico di questo gas pesa 550 grani.

Il gas idroclorico arrossa fortemente il tornasole, ed è assorbito in grandissima quantità dall'acqua, poichè questa alla temperatura di +20° centigr. e sotto la pressione di 76 centim. di mercurio, può assorbirne sino a 464 volte il suo proprio volume. Quando lo sperimento si fa con un tubo alto pieno di mercurio, in cui vi s'introduce questo gas, e si porti il tubo chiuso col dito, o con un turatore, nella superficie dell'acqua, appena aperto il liquido vi entrerà con tanta celerità, che sarà impossibile calcolare il tempo che impiega a riempirsi interamente di acqua. Affinchè questo effetto poi abbia costantemente luogo, fa duopo che il gas sia perfettamente asciutto, e privo di aria atmosferica.

Esposto questo gas ad un freddo di —50° si condensa, senza che il suo stato di gas sia cambiato; ma sottoposto ad una forte pressione, può liquefarsi, come tanti altri gas. Esso può attraversare un tubo rovente di porcellana senza scomporsi. L'aria e l'ossigeno non hanno azione su questo gas.

Gay-Lussac e Thénard avendo esposto a'raggi diretti del sole in un tubo di vetro un miscuglio di cloro ed idrogeno, accadde una forte detonazione ed il tubo fu rotto in più pezzi. Lo stesso miscuglio de'due gas con-

servato in luogo oscuro non venne affatto alterato, ma quando si tenne alla luce diffusa in una stanza, la combinazione ebbe lentamente luogo. Lo sperimento si fa con due matracci col collo alquanto lungo, mettendo in uno il gas cloro, che vi si fa passare per un tubo di vetro che tocca il suo fondo, affinchè l'aria ne venga discacciata, e la sua capacità sia occupata dal gas cloro; e l'altro si riempie di mercurio, e quindi vi si fa passare il gas idrogeno disseccato attraverso il cloruro di calcio, avendo adoperato anche questo cloruro per ottenere il cloro asciutto. Si mettono allora in contatto i due colli de'matracci, e si lutano le giunture con loto grasso, esponendoli alla luce riflessa per qualche giorno finchè il colore del gas cloro sparisce. Gay-Lussac e Thénard raccomandano pure di esporre per un quarto di ora almeno (elasso lo spazio di due giorni) i matracci all'azione diretta de'raggi del sole, affinchè la combinazione abbia maggiormente luogo. Quando sarà tolto il loto dalla giuntura de'due matracci, si troverà che essi contengono invece de'due gas, l'acido idroclorico.

L'effetto che si produce coll'azione diretta de'raggi del sole viene facilmente spiegato, considerando che la luce combinandosi colle molecole de'corpi, ne innalza la temperatura in modo da agire come il calor rosso; ciò che non ha luogo quando il mescuglio si espone alla luce diffusa, perchè allora questa oltre di essere più debole, reagisce fra le molecole esterne solamente de' due gas.

Può anche ottenersi lo stesso effetto facendo un mescuglio di volumi eguali di questi gas in un tubo alto, introducendovi dopo una candela di cera accesa; allora avrà luogo una forte detonazione, e si otterrà un vapore alquanto denso, che è l'acido idroclorico unito all'acqua contenuta nelle parieti del tubo.

Composizione.

Facendo passare molte scintille elettriche nell' interno di un tubo che contiene il gas acido idroclorico, avendo adoperato conduttori di platino o di oro, il gas sarà scomposto, e si otterrà un volume di cloro ed un volume di idrogeno in resultamento. Se invece di scomporre l'acido idroclorico, lo sperimento si ripeta coll'introdurre

nell'eudiometro volumi eguali de'due gas, si otterrà, anche dopo l'accensione e detonazione del mescuglio, l'acido idroclorico. Calcolando allora su questi sperimenti analitici e sintetici sull'acido in quistione, ha potuto dedursi, che esso è composto di volumi eguali di cloro ed idrogeno, in modo che la densità dell'acido idroclorico è uguale alla somma de'due gas che lo compongono, vale a dire ad 1, 2474. Dopo ciò quest'acido è composto,

In propor., da 1 d'idrogeno 12, 435 + 1 di cloro 440, 04.
In atomi, . . da 1 d'idrogeno 6, 244 + 1 di cloro 221, 32.

2 atomi di acido idroclorico sono = 229, 564; e 100 parti ne contengono 97, 26 di cloro, 2, 74 d'idrogeno.

Dell'acido idrocloro-nitrico.

394. Quest'acido conosciuto col nome di *acqua regia*, perchè fu impiegato la prima volta a sciogliere l'oro, considerato come il *re de'metalli*, non è altra cosa che un mescuglio di acido idroclorico ed acido nitrico, che suol farsi nell'atto della soluzione di alcuni metalli, come l'oro, il platino, ec.

L'unione però de'due acidi è accompagnata da fenomeni particolari, i quali prima trascurati, avevano dato luogo a considerare erroneamente la soluzione dell'oro operata con essi dapoichè dicevasi *nitro-muriato di oro*. Infatti, allorchè si uniscono i due acidi concentrati, il mescuglio prende subito un colore giallo, e manifestasi lo sviluppo del cloro e dell'acido nitroso; ciò che prova che una parte dell'acido idroclorico e dell'acido nitrico, reagendo fra loro si scompongono, e quindi l'idrogeno del primo si unisce all'ossigeno dell'ultimo, con cui forma l'acqua, e rimane acido nitroso e cloro, che possono ottenersi separati allo stato di gas raccogliendoli sull'acqua, la quale scioglie l'acido nitroso, e non assorbe molto sensibilmente il cloro. Questi fenomeni debbono dopo ciò variare secondo le proporzioni de'due acidi; e se queste venissero fatte in modo che la quantità di ossigeno che si separa dall'acido nitrico potesse assorbire esattamente due volte il suo proprio volume d'idrogeno in una quantità proporzionata di acido idroclorico, allora la scomposizione de'

due acidi diverrebbe completa, ed il risultamento sarebbe: acqua, cloro, ed acido nitroso. Dopo ciò, rimontando alla composizione dell' acido nitrico, il quale è formato da 1 volume di azoto e da 2 volumi e mezzo di ossigeno; e che l'acido nitroso contiene sulla stessa quantità di azoto, 2 volumi di ossigeno, e l'acido idroclorico vien formato da mezzo volume di cloro e da mezzo volume d' idrogeno, ne siegue che vi bisognano due volumi di acido idroclorico per iscomporre una quantità di acido nitrico, rappresentata da 1 volume di azoto + 2 volumi e e mezzo di ossigeno: ovvero dopo il peso specifico di questi gas, l'acido idroclorico, supposto secco, deve stare all'acido nitrico anche secco, nel rapporto di 2, 4948 del primo a 3, 7281 dell' ultimo.

L' acido idrocloro-nitrico allorchè si fa agire sui metalli, tutto l' acido nitrico che non è scomposto col solo contatto coll' acido idroclorico, lo è completamente sul metallo; ed allora il suo ossigeno si unisce a quest' ultimo, e sviluppasi maggior quantità di acido nitroso; nell' atto poi che l' acido idroclorico cessa di reagire sull' acido nitrico, perchè si combina all' ossido del metallo col quale forma un' idroclorato. Quest' acido solamente non agisce sull' iridio, sul colombio, sul croma, sul titanio, e sul rodio, mentre tutti gli altri metalli sono più o meno energicamente ossidati e disciolti, ed il solo argento è cambiato in cloruro, che si precipita in fondo del liquido. Se l' operazione si fa coll' acido idrocloro-nitrico, cui si deve comporre nell' atto che si vuole adoperare, il metallo viene ossidato dall' ossigeno dell' acido nitrico; ma se l' acqua regia si troverà preparata da qualche tempo, e che contiene l' acido nitroso ed il cloro, allora in molti casi l' acqua viene scomposta, l' ossigeno si fissa sul metallo, l' idrogeno acidifica il cloro, e l' acido nitroso si sviluppa allo stato di gas.

L' acqua regia che serve per la soluzione dell' oro, del platino, ec. si compone ordinariamente con 1 parte di acido nitrico a 36°, e 3 parti di acido idroclorico a 22°.

Acido idrobromico.

395. Balard, adoperando un processo presso a poco

simile a quello con cui si ha l'acido idroiodico, pervenne ad ottenere l'acido idrobromico puro. Esso consiste nel mettere in una piccola storta il bromo in contatto de'pezzetti di fosforo umettati con acqua, e riscaldare il mescuglio: così l'acqua verrà scomposta, si formerà coll'ossigeno e fosforo un acido fisso, e coll'idrogeno e bromo un altro volatile, che si sviluppa allo stato di gas. Può anche ottenersi lo stesso acido adoperando acido solforico e bromuro di potassio, in vece di cloruro di sodio, come si fa per avere l'acido idroclorico, operando come si è esposto per aver quest'ultimo; o pure riscaldando con un ferro caldo un mescuglio d'idrogeno e bromo, ma il primo processo è da preferirsi.

Proprietà.

L'acido idrobromico ha molte proprietà comuni cogli acidi idroclorico ed idroiodico, a' quali somiglia. Allo stato di gas non há colore, ma appena viene in contatto dell'aria manifesta de' vapori bianchi molto densi e piccanti, ciò che prova la grande affinità che ha per l'acqua, ed allorchè questo liquido ne è saturato produce anche come l'acido idroclorico de' vapori bianchi in contatto dell'aria. Esso può sciogliere il bromo, come fa l'acido idroiodico che scioglie altro iodio. L'ossigeno non lo scompone neanche a temperatura elevata. Il cloro però lo scompone appropiandosi dell'idrogeno, il che prova che quest'ultimo ha più affinità col cloro. Il contrario poi si osserva allorchè si mette l'acido idrobromico sull'acido idroiodico, perchè non si manifesta azione alcuna; ma se facciasi agire il bromo sull'acido idroiodico, questo verrà scomposto, il iodio precipitato, ed il bromo formerà coll'idrogeno l'acido idrobromico; ciò che fa conoscere la maggiore affinità del bromo per l'idrogeno.

L'acido idrobromico unito all'acido nitrico si scompongono, e ne resulta un liquido che contiene il bromo e l'acido nitroso, e che è una specie di *acqua regia* (§. 394.) Esso è scomposto altresì da molti metalli, e da altri corpi ossigenabili semplici, e può combinarsi alle basi formando degl' *idrobromati* distinti e de' *bromuri*, che conosceremo nel trattato de' sali, ed in quello de' metalli.

Composizione.

L' acido idrobromico è composto di volumi eguali di vapori di bromo e d' idrogeno, come l' acido idroclorico e l' acido idroiodico; ovvero da

	1 atomo di bromo..	= 466, 40	ovvero 98, 68
	1 atomo di idrogeno	= 6, 22	...... 1, 32
Allora	2 at. di acido idrobromico	= 427, 52	100, 00

Dell' acido idroiodico.

396. Gay-Lussac nel 1819 scoprì quest'acido, il quale fu dopo contemporaneamente esaminato da Davy (1).

Stato naturale ed estrazione.

L' acido idroiodico non è stato sinora trovato che in quelle sostanze nelle quali si è rinvenuto il iodio (§. 333). Per averlo allo stato di gas si riscalda leggiermente in una piccola storta, un mescuglio di 8 parti di iodio ed 1 di fosforo leggermente umettato con acqua. Il gas si vedrà poco dopo sviluppare, e come che attacca energicamente il mercurio, ed è assorbito fortemente dall'acqua, così deve raccogliersi come il cloro (§. 292). La sua formazione ha luogo dopochè l' acqua è stata scomposta, e che il suo ossigeno siasi unito al fosforo e l' idrogeno al iodio, col quale poi produce l' acido idroiodico che prende lo stato gassoso unito al calorico.

Lo stesso acido può anche ottenersi più facilmente, facendo un mescuglio delle due sostanze indicate in un tubo chiuso da una parte, mettendo prima il fosforo, poi il iodio, quindi un poco di acqua, ed in ultimo uno strato di 10 a 15 linee di vetro pesto grossolanamente, raccogliendo il gas, come si è esposto per lo protossido di cloro al §. 299.

Per ottenerlo poi allo stato liquido, basta far passare una corrente di acido idrosolforico (idrogeno sol-

(1) Philosoph. Trans. 1814, p. 24; ed Ann. de chim. t. XCI. et Ann de chim. et de Phys. t. XX, p. 163, et XXI, p. 172, 222.

forato) in un tubo che contiene l' acqua ed il iodio, perchè l'acido idrosolforico sarà scomposto, il suo idrogeno formerà col iodio l' acido idroiodico solubile, e lo zolfo verrà deposto nel fondo del liquido perchè insolubile. Allora feltrando il liquido, lo zolfo verrà isolato, e non resta che riscaldare leggiermente l'acido ottenuto per separarne altro acido idrosolforico che contiene, e così averlo puro. Può anche ottenersi più concentrato, svaporandolo leggiermente ad una temp. poco inferiore a + 100.

Lo stesso acido liquido si ha quando si distilla semplicemente il ioduro di fosforo (V. fosforo) con un poco di acqua, come si è detto per l' acido idrobromico, e l'acido che si ottiene saturarato con altro acido idroiodico gassoso si ha più concentrato.

Proprietà.

L' acido idroiodico allo stato di gas non ha colore; il suo odore ha molta analogia con quello dell' acido idroclorico, e spande anche come quest' ultimo de' vapori bianchi in contatto dell' aria. Esso non mantiene la combustione nè la respirazione. La sua densità, calcolata da Gay-Lussac, è, 4, 4288. Considerandola come 4, 3749, allora alla temp. di +16° centig. ed alla pressione di 0,m 76, un decimetro cubico di questo gas pesa grani 5, 270.

Esponendo questo gas ad un calor rosso, viene in parte scomposto, e questa scomposizione diviene completa allorchè si mescoli prima all' ossigeno. Allora quest' ultimo si combina all' idrogeno col quale forma l' acqua, ed il iodio si separa allo stato di vapori violetti. Lo stesso ha luogo anche col cloro, il quale si appropria, col solo contatto, dell' idrogeno con cui vi forma l' acido idroclorico, e sull' istante il iodio si manifesta similmente in forma di vapori violetti. L' inversa accade poi allorchè si mettono in contatto di quest' acido liquido sostanze che esercitano più affinità col iodio, come p. e. potassio, sodio, zinco, ferro, ec. perchè questi si combineranno al iodio, e l' idrogeno si vedrà sviluppare allo stato di fluido elastico, il quale poi può facilmente raccogliersi.

Gli acidi solforico e nitrico concentrati scompongono

anche istantaneamente quest'acido e ne precipitano il iodio; si produce allora acqua, poco acido solforoso e deutossido di azoto, perchè una parte di ossigeno de' due acidi si combina all' idrogeno dell' acido idroiodico. Esso forma un precipitato giallo nelle soluzioni di piombo, ed un precipitato rosso in quelle di mercurio; ma il precipitato che dà col nitrato acido di argento, che è alquanto giallognolo, è insolubile nell' ammoniaca, ciò che fa distinguerlo dall'acido idroclorico, il cui precipitato ottenuto collo stesso nitrato è solubile in quest' alcali.

L' acqua assorbe fortemente il gas idroiodico, e quando ne è saturata, la sua densità giunge sino ad 1, 7, ed allora spande de' fumi bianchi all' aria. In questo stato l' acido idroiodico può sciogliere altro iodio, formando l' *acido idroiodico-iodurato*.

Allorchè quest' acido si mette in contatto coll' acido iodico, ambedue si scompongono reciprocamente: si forma acqua, e tutto il iodio viene precipitato.

L' acido idroiodico si scompone anche coll' esporlo semplicemente all' aria; l' ossigeno si appropria di un poco d' idrogeno, ed il liquido si colora col iodio separato che tiene in soluzione. Gli acidi idroclorico, idrosolforico e solforoso non lo alterano sensibilmente.

Composizione.

Trattando 1 volume di gas idroiodico col ferro o con lo zinco, si avrà mezzo volume di gas idrogeno; il che fa dedurne che l' altra metà del volume appartenga al iodio. Calcolando allora Gay-Lussac sulla densità ammessa del gas acido idroiodico di 4, 4288, dedusse che la composizione deve essere di 100 di iodio e di 0, 783 d' idrogeno, il che poi dà,

In propor., 1 d' idrogeno 12, 435 + 1 di iodio 1561, 94
In atomi.., 1 d' idrogeno 6, 217 + 1 di iodio 780, 97

Dell' acido idrofluorico.

397. Schéele nel 1771 esaminando lo spato fluore, vi scoprì un acido particolare a cui diede il nome di *acido fluorico* (1). Wieglef, Bucholz e Meyer fecero

(1) Mémoires de chimie de M. C. W. Schéele.

quindi conoscere che il nuovo acido conteneva la silice, di cui J. Davy dopo ne determinò anche le proporzioni. Ma Gay-Lussac e Thénard esaminando dopo più accuratamente quest' acido, pervennero ad ottenerlo puro, sostituendo i vasi di piombo a quelli di vetro, di cui erasi prima servito Schéele, ed a cui andava dovuta la silice che l'acido portava in soluzione (3).

Stato naturale ed estrazione.

L' acido idrofluorico erasi prima creduto esistere nello spato fluore, nel fluato di cererio, di ittria, ed in quello di allumina, di silice, ec. Ma essendo stati questi composti, dopo gli sperimenti di Davy ed Ampere, considerati come *fluoruri*, allora l'acido idrofluorico non potrebbe esistere in natura nè combinato, nè libero, (§. 332.) Per ottenerlo allo stato puro, si fà un miscuglio di 1 parte di fluoruro di calcio (spato fluore) ridotto in polvere, e 2 di acido solforico concentrato. Le due sostanze unite esattamente in una storta di piombo a due pezzi, A B. (*fig. 87*), a cui si adatta il recipiente C anche di piombo, si riscaldano gradatamente, dopo di aver lutate bene le giunture con loto grasso ricoverto da loto comune di argilla, ed aver circondato il recipiente di neve per condensare l' acido idrofluorico. È necessario però operare almeno sopra 100 gram. di fluoruro di calcio per avere una quantità sensibile di quest' acido, e prendere tutte le precauzioni possibili affinchè si eviti il suo vapore, essendo sommamente corrosivo.

Proprietà.

L'acido idrofluorico è un liquido senza colore. Il suo odore è sommamente piccante, ed è fra tutti i corpi conosciuti il più corrosivo, percui disorganizza il tessuto animale, ed allorchè viene in contatto colla cute vi produce delle bolle che si riempiono immediatamente di *pus*. Esso arrossa fortemente il tornasole. Conserva anche il suo stato liquido ad un freddo di $-40°$; e ad una temp. di $+30°$ bolle, si riduce in gas, e riprende lo stato liquido col raffreddamento. Il suo peso specifico è, se-

(3) Recherches Physico-chimiques, 1811, V. II. p. 1.

condo Davy, considerandolo però senz'acqua, cioè *anidro*, 1, 0609.

Attese le proprietà corrosive di quest'acido, può solo conservarsi ne' recipienti di piombo o di argento con turaccio dello stesso metallo che chiude esattamente, ma questi debbonsi tenere ad una temperatura di — 10.° Esso non ha azione sull'ossigeno, nè sopra gli altri corpi semplici non metallici.

Composizione. Gli sperimenti fatti per provare la natura del fluore (§. 332) mostrano la composizione di quest'acido; e sebbene i chimici non vi avessero intrapresa ancora un analisi esatta, pure vi è ragione a credere, dietro altri principii teoretici dedotti dalla composizione de' fluoruri, e da quella degli acidi idroclorico ed idroiodico, co' quali può paragonarsi, che 1 volume di vapore di acido idrofluorico sia composto, da mezzo volume di gas idrogeno, e da mezzo volume di vapore di fluore.

Usi. L'acido idrofluorico s'impiega da' chimici per isciogliere la silice; ma esso serve più comunemente per incidere sul vetro, che attacca e corrode fortemente. Per eseguire questa operazione, basta covrire prima con uno strato di cera la superficie del vetro, e praticarvi dopo con una punta di metallo le cifre che si vogliono, lasciando così in quella parte scoverto il vetro, perchè applicandovi l'acido fluorico allungato con 3 a 4 parti di acqua si otterrà l'effetto. Può anche rendersi più facile questa operazione, coll'esporre il vetro così preparato direttamente al vapore di quest'acido nell'atto del suo sviluppo; o pure secondo J. Davy, può covrirsi quella parte del vetro col fluoruro di calcio (spato fluore) in polvere, mettendovi dopo un poco di acido solforico allungato con 2 a 3 parti di acqua, perchè dopo mezz'ora l'incisione sarà egualmente fatta.

Idruro di azoto, ossia ammoniaca.

398. L'ammoniaca classificata fra le sostanze alcaline, fu la prima volta conosciuta dagli Arabi. Negli scritti di Basilio Valentino è segnata col nome di *alcali volatile*,

e vi si rapporta il processo per ottenerla. Priestley l'ebbe il primo allo stato di gas, e Schéele, che ne esaminò la sua composizione, conobbe che l'azoto era uno de' suoi principii costituenti. Il primo però, ripetendo e variando gli sperimenti di Schéele, avendola sottoposta all' azione delle scintille elettriche, provò che era formata dall' azoto e dall' idrogeno (1). Bertollet nel 1785, che ripetè l' analisi di Priestley, ne confirmò i resultamenti in modo, che dopo niun altro positivo cambiamento essi subirono (2). Conosciuti appena questi fatti, il Dottore Austin annunziò che avendo posto il gas azoto in contatto col ferro umettato con acqua, questa venne scomposta, e si ottenne l'ossido del metallo e l'ammoniaca (3). Ma Davy, Henry, Berzélius, Gay-Lussac e Thénard han portato dopo una più grande precisione nel determinare le proporzioni dei principii costituenti dell' ammoniaca, sì per mezzo dell'analisi, che con la sintesi.

Stato naturale.

L' ammoniaca è un prodotto della putrefazione e della distillazione delle sostanze animali, ove costantemente si sviluppa allo stato di gas, soprattutto in que'luoghi in cui le orine sono già putrefatte. Si trova pure nel liscivio di potassa di commercio, o in combinazione coll'acido idroclorico in vicinanza di vulcani; negli escrementi de' cameli, ed in unione dell' acido solforico e dell' acido fosforico nelle orine, ne' calcoli ec.

Estrazione.

Si ottiene facilmente l' ammoniaca, facendo un mescuglio di parti eguali di calce caustica ed idroclorato di ammoniaca (sale ammoniaco), polverizzati separatamente, si mette in un matraccio, al quale si adatta un tubo ricurvo per raccogliere il gas sul mercurio. Basta il solo contatto delle due sostanze, o il semplice calore di una lampada, perchè si sviluppi abbondantemente l' am-

(1) Priestley, tom. II, p. 397.
(2) Mém. de l' Académ. 1780.
(3) Phil. Trans., 1788, p. 379.

moniaca allo stato di gas. Il residuo nella storta quando non è stato fuso, conterrà l' *idroclorato di calce* (muriato di calce), al contrario passerà allo stato di *cloruro di calcio*, se la temperatura fu tale da produrne la fusione.

Proprietà.

399. Il gas ammoniaco è senza colore, ed elastico. Inverdisce fortemente lo sciroppo di viole. Il suo odore è penetrantissimo; caustica la lingua col solo contatto, e corrode la pelle. Gli animali non possono respirarlo senza perdervi la vita. Questo gas è anche inetto a mantenere la combustione; ma quando s' immerge una candela di cera accesa a poco a poco in un recipiente ove esso si contiene, il disco della fiamma prima di spegnersi s' ingrandisce; lo che ha fatto ammettere che ciò dipenda dalla combustione di una porzione dell' idrogeno del gas che si scompone. Il suo peso specifico è 0, 590.

Ad un calore rosso questo gas non è scomposto, e può passare perciò attraverso un tubo di vetro rovente senza alterarsi. Ad un freddo di — 48° non cambia stato, se però si comprime sino a 6, 5 atmosfere si cambia in liquido (§. 222).

L' ossigeno non reagisce sugli elementi di questo gas, che ad una temperatura alquanto elevata. Introducendo una candela accesa in un tubo in cui siasi introdotto un miscuglio di gas ammoniaco ed ossigeno, avrà luogo una detonazione alquanto forte; il prodotto sarà l' acqua, e l' azoto che rimane allo stato di gas. Lo stesso effetto produce l' azione delle scintille elettriche; ed allorchè i due gas sono obbligati ad attraversare tubi roventi, la scomposizione ha egualmente luogo.

Il cloro scompone con più grande energia questo gas. Quando si riempie per metà un tubo col gas ammoniaco sul mercurio, e vi s' introduce il gas cloro, la reazione è istantanea, ed il fenomeno è accompagnato da sviluppo di luce, e da densi vapori bianchi; il cloro si unisce all' idrogeno del gas, col quale forma l' acido idroclorico che si combina all' ammoniaca non scomposta, e l' azoto rimane allo stato di gas. Se poi in un recipiente pieno di gas cloro vi s' introduca un tubo da cui si

sviluppa il gas ammoniaco secco, questo verrà scomposto e si produrrà un innalzamento di temperatura tale, da accendere l'idrogeno che si vedrà bruciare spontaneamente all'estremità del tubo.

Quando il gas ammoniaco si fa passare per un tubo di ferro ovvero di vetro rovente, che contenga però fili di ferro girati a spira, il gas verrà scomposto, e dall'altra estremità del tubo si sviluppa il gas idrogeno. Lo stesso effetto si produrrà, se nel tubo si metta il carbone in vece de' fili di ferro. Allora si forma gas idrogeno carbonato, ed una sostanza solubile nell'acqua, che Clovet crede analoga all'acido idrocianico (acido prussico).

Non si conosce con precisione l'azione del boro, nè di molti altri combustibili semplici non metallici su questo gas. Il carbone può assorbirne una gran quantità. (V. carbonio).

Il iodio agisce anche energicamente sul gas ammoniaco. Appena queste due sostanze vengono in contatto, formasi un composto bruno-nerastro, ch'è un ioduro di azoto, il quale compresso fulmina fortemente. L'acqua allora ed il gas sono in parte scomposti, si forma il ioduro di azoto e l'idriodato di ammoniaca. (§. 348). Ma Colin esaminando l'azione del iodio sul gas ammoniaco, conobbe che queste due sostanze si univano anche alla temperatura ordinaria, quando erano secche. Infatti, appena che il gas ammoniaco viene in contatto del iodio vi si combina e dà in risultamento un liquido viscoso molto splendente, e di color bruno-nero, il quale a misura che si satura di ammoniaca perde siffatto splendore, e la sua viscosità. Questo composto, che egli chiamò *ioduro di ammoniaca*, non è fulminante, ma lo diviene quando si mette in contatto dell'acqua, perchè allora produce il *ioduro di azoto* (§. 364.), sotto forma di una polvere nera, la quale prosciugata fulmina fortemente venendo compressa.

Ammoniaca liquida.

400. L'acqua assorbe fino a 780 volte il suo volume di gas ammoniaco, ed il resultamento è l'*ammoniaca li-*

quida, che si conosce co' nomi di *alcali fluore*, e *spirito volatile di sale ammoniaco*.

Si prepara facilmente questo liquido introducendo il solito miscuglio di sale ammoniaco e calce caustica in un matraccio, a cui si adatta un tubo di sicurezza a due sfere, ed i tubi di comunicazione per due o tre bottiglie, nelle quali si mette l'acqua distillata. La *fig. 34*, rappresenta questo apparecchio. Il gas sarà fortemente assorbito dall' acqua della prima bottiglia, la quale essendo saturata, l'assorbimento avrà luogo nella seconda bottiglia. Si prepara anche presso i farmacisti l'ammoniaca distillando un miscuglio delle due sostanze coll'acqua, ma il processo descritto è da preferirsi.

L'ammoniaca liquida è caustica; il suo odore è molto penetrante, ed agisce fortemente sullo sciroppo di viole. Un freddo di — 40° la solidifica, ed un calore di + 100° ne sviluppa tutto il gas ammoniaco. Dopo ciò, il ghiaccio assorbe fortemente il gas ammoniaco. Così quando questo gas s'introduce in un tubo sul mercurio, e si riggetti il primo ottenuto, riempiendolo una seconda volta di mercurio onde poterne discacciare tutta l'aria atmosferica aderente alle pareti del tubo; facendovi passare un altra volta il gas ammoniaco, appena vi s'introduce un pezzo di neve, l'assorbimento sarà molto rapido, e la neve si vedrà fondere. Se in vece poi di introdurvi il pezzo di neve, quando il tubo è pieno dal gas, si chiuda il suo orificio e si porti nella superficie dell' acqua, appena che verrà aperto, l'assorbimento sarà istantaneo in tutta la capacità del tubo, ancorchè fosse molto alto. La più piccola quantità di aria che sarà mescolata al gas, può solo ritarderne sensibilmente l'effetto.

Composizione.

401. Esponendo il gas ammoniaco all'azione prolungata delle scintille elettriche, esso aumenta sino al doppio del suo volume ed è completamente scomposto. Si otterranno allora 3 volumi di gas idrogeno, ed 1 volume di gas azoto; donde risulta che 4 volumi de' due gas trovansi condensati in due volumi solamenti. Cosi allora operando su 100 parti di gas ammoniaco, si avrà

una espansione di 200 parti, le quali sono composte di 150 d'idrogeno, e 50 di azoto. In peso poi questo gas è composto, calcolando il peso specifico de' due gas, di 100 di azoto e 21, 15 d'idrogeno. Per eseguire questo sperimento, s' introduca il gas ammoniaco puro e secco sotto la campana E, posta sull' apparecchio a mercurio F (*fig. 94.*) si adatti un conduttore di metallo isolato da un tubo di vetro e fissato con cera di spagna, che termini in *d* con due piccole sfere di metallo, affinchè possa scaricare la scintilla elettrica che riceve dal conduttore A di una buona macchina elettrica posta in movimento, onde la comunichi all' altro piccolo conduttore *b*, per trasportarla nell' interno del gas. Facendo uso di una campana graduata, lo sperimento durerà fino a che, avendovi introdotto 20 misure di questo gas, il suo volume aumenta di 40 misure. Il gas allora essendo completamente scomposto perde il suo odore, e la sua azione su lo sciroppo di viole. Volendo dopo determinarne le proporzioni dell' azoto e dell' idrogeno, s' introducano nel solito tubo in cui si espongono i gas all' azione dell' elettricità (*fig. 80*) 100 parti di questo gas così scomposto, e 50 di ossigeno, e quindi facendo passare una scintilla elettrica nell' interno del tubo, onde brucare tutto l' idrogeno, l' azoto rimarrà allo stato di gas. Adoperando le proporzioni indicate, ed il residuo essendo 37 parti $\frac{1}{2}$, l' assorbimento debb'essere stato di 112 $\frac{1}{2}$; or questo assorbimento essendo cagionato dall' acqua che si è formata, la quale resulta da due volumi d' idrogeno e da 1 volume di ossigeno, allora le 100 parti del gas ottenuto dopo la scomposizione dell' ammoniaca, conterranno 75 parti d' idrogeno, e 25 di azoto (1)

(1) Dagli sperimenti di Berzélius e Pontin, che furono ripetuti con eguale successo da Davy, Gay-Lussac e Thénard, si credè che l'ammoniaca fosse un ossido metallico. Quante volte si metta il mercurio in una cavità praticata nella superficie di un pezzo di sale ammoniaco di commercio, leggiermente umettato, e posto su di una lamina di platino fissata all' estremità positiva di una forte pila galvanica, facendo comunicare il filo di platino attaccato al polo negativo col mercurio, si produrrà una viva effervescenza con isviluppo di calorico, ed in poco tempo si vedrà che il mercurio comincia ad ispes-

Usi. L' uso più frequente in chimica dell'ammoniaca è quello di servire come reagente in molti casi di analisi. La sua azione però sull' economia animale è assai nociva. Secondo Orfila, essa infiamma i tessuti co' quali mettesi a contatto, ed agisce potentemente stimolando il sistema nervoso. Applicata però prudentemente in molti casi può essere assai utile. Si usa frequentemente unita a qualche olio vegetale come *linimento*, o sola nelle scottature recenti, per impedire le infiammazioni e le flittene: si adopera con vantaggio per causticare le morsicature de' rettili velenosi, le punture di certi insetti, a frenare le emorragie nasali, ec. Respirata allo stato di gas giova nella sincope, nell'asfissia, onde prevenire gli eccessi di epilessia, ec.

Sezione IX.

Del boro.

Istoria.

402. Gli sperimenti fatti da Crell nel 1800 sull'acido borico, onde conoscerne i principii costituenti, lo portarono a separare una sostanza combustibile particolare molto analoga al carbone. (1) Davy che ripetè questi sperimenti, non ottenne alcun decisivo risultamento; ma avendo dopo esposto l'acido borico all'azione di una forte pila Voltaica, ottenne nella superficie del filo di platino attaccato al polo negativo una polvere oscura, che riguardò come la base dell'acido borico. Nel 1808 Gay-Lussac e Thénard, probabilmente ignorando gli sperimenti fatti dal Davy, fecero conoscere che poteva ottenersi con maggior facilità il boro adoperando l' acido

sirsi, perdere il suo splendore metallico, ed aumentare circa 5 volte del suo volume. Ciò indusse Berzélius e Pontin ad ammettere che l'ammoniaca era un composto di ossigeno e di una sostanza metallica, cui dettero il nome di *ammonium*. Ma dopo Gay-Lussac e Thénard considerarono l' amalgama di *ammonium* come composta dal mercurio e dall' ammoniaca.

(1) Ann. de Chimie XXXV, 202.

borico ed il potassio (1). Questa sostanza fu chiamata allora da Davy *boracicum*; ma Gay-Lussac e Thénard gli diedero il nome di *boro*, che è stato dopo più generalmente adottato.

Stato naturale.

Il boro non si è trovato ancora puro, ma combinato solamente all'ossigeno con cui forma l'acido borico, che si contiene nel borace di commercio, il quale è un composto di quest'acido colla soda. Qualche volta si è trovato anche in combinazione coll'ossigeno solamente allo stato di acido borico nativo, in vicinanza de' Vulcani, nella solfatara di Napoli vicino Pozzuoli, ec. (V. acido borico).

Estrazione.

Per ottenere il boro secondo il processo di Davy, basta mettere l'acido borico umettato di acqua tra due superficie di platino rese elettriche con una batteria, che non contenga meno di 100 coppie metalliche, perchè si otterrà nella superficie del filo negativo della pila una polvere oscura che è il *boro*.

Può anche aversi il boro con altro processo, eseguito dopo dallo stesso Davy, Gay-Lussac e Thénard, facendo cioè arroventare un mescuglio di acido borico fuso, tenuto per qualche tempo ad un calore rovente, e potassio (metallo contenuto nella potassa, V. potassio) posto in un tubo di rame o di ferro. Appena la temperatura giunge a + 150 centigr., la scomposizione dell'acido comincia ad aver luogo, e si otterrà lo sviluppo di molta luce e calorico, che può conoscersi facendo lo sperimento nel tubo di rame aperto. La massa ottenuta, si tratta dopo coll'acido idroclorico (muriatico) allungato, e si lava con lo stesso acido finchè rimanga una polvere scura, la quale seccata ad un calor rovente è il boro. L'acido borico è scomposto dal potassio che ha più affinità per l'ossigeno, col quale forma il protossido di potassio (potassa pura), che poi si separa per mezzo dell' acido idroclorico, ed il boro rimane perfettamente puro.

(2) Davy Filosofia chimica I. 263.

Doebereiner ottenne anche il boro, adoperando il borace di commercio fuso con $\frac{1}{10}$ del suo peso di nero di fumo; introducendo il mescuglio in un tubo di ferro chiuso ad una delle sue estremità, e riscaldando dopo al rosso bianco per due ore continue, si ebbe nel tubo di ferro una massa compatta di color griggio-nero, la quale lavata con acqua bollente ed acido idroclorico allungato, diede un residuo di color verde, che era il boro unito ad un poco di carbone. Dopo ciò può ammettersi, che la soda contenuta nel borace è scomposta dal carbone, e l'acido borico lo è poi dal sodio contenuto nella stessa soda, come lo è dal potassio nel processo di Davy. *(Ann. de Chim. et de Phys., t. II, p. 214)*

Proprietà.

Il boro allo stato solido è in polvere, non ha sapore nè odore alcuno. Il suo colore è verde olivo carico. Esposto ad un calore il più elevato non si fonde, nè ha potuto ancora volatilizzarsi. Quando però si riscalda fortemente nel contatto dell'aria, brucia assorbendone di nuovo l'ossigeno, e si cambia in acido borico. Riscaldato al rosso nel gas ossigeno, lancia delle vive scintille infiammate e vi brucia con grande energia, coprendosi di una crusta bianca di acido borico, e la parte di sotto, che non si è combinata all'ossigeno, acquista un colore verde-olivo più scuro. Riscaldato appena nel gas cloro spande un fumo bianco, ma non viene molto sensibilmente alterato. È uno de' corpi coibenti, e perciò non conduttore dell'elettricità.

L'acqua e l'alcool non hanno azione sul boro. Probabilmente ad una temperatura elevata l'acqua potrebbe essere scomposta dal boro, ed allora quest'ultimo verrebbe mutato in acido borico.

Il boro non esercita azione alcuna su le altre sostanze combustibili, menochè sull'ossigeno, col quale forma l'acido borico. Si combina facilmente all'idrogeno, al platino ed al ferro. La sua azione però su questi ultimi sarà conosciuta parlando del platino e del ferro; ma quella dell'ossigeno, che è stato già esaminato, deve seguire lo studio del boro medesimo.

Acido borico.

403. Nel 1702 Homberg distillando un mescuglio di borato di soda (borace di commercio) e proto-solfato di ferro (vitriolo di ferro), ottenne una sostanza bianca molto lucida sublimata nella volta della storta, che chiamò *sale sedativo* o *narcotico*, perchè lo credè molto efficace nelle febbri continue (1). Lemery il giovine provò in seguito, che questa sostanza poteva esser separata dal borace col mezzo degli acidi minerali forti (2). Ma Baron fu il primo a conoscere che il sale sedativo era una sostanza acida, e lo chiamò *acido boracico*. Noi però dobbiamo le conoscenze più esatte su la natura di quest'acido, che era stato riguardato come semplice fino dal 1803, a Davy (3), ed a Gay-Lussac e Thénard (4).

Dopo la scoverta della base di quest'acido, cioè il boro, il nome di acido boracico è improprio, percui noi adotteremo quello di *acido borico*, come più sistematico perchè formato dall'ossigeno e dal boro.

Stato naturale.

Trovasi quest'acido nativo in più laghi nelle Indie, e nel 1776 fu scoverto anche in alcuni laghi di Toscana da Hoefer e Mascagni; come in quelli di Monte-Cerboli, Castel-Nuovo, e Mont Cerchiaio. Si rinviene pure in vicinanza de'vulcani e specialmente a Vulcano vicino Lipari nelle isole Eolie, ove trovasi unito allo zolfo; nella Solfatara di Napoli vicino Pozzuoli ec. Allo stato poi di combinazione trovasi in unione della soda con cui forma il borace; nella *boracite*, unito alla magnesia, in cristalli cubici o dodecaedri, che sono elettrici pel calore; e nella *datolite*, unito al silicio ed alla calce, formando il *silicio-borato di calce*, detto anche *Humboldite* da Levy.

Estrazione.

Per avere quest'acido puro, si faccia una soluzione di

(1) Histoire de l' Acad. 1702, p. 39.
(2) Mém. par. 1828, p. 273.
(3) Phil. Trans., 1809, ed Elementi di filosofia chimica di H. Davy, I.
(4) Recherches physico-chimiques.

borato di soda (borace) con sei volte il suo peso di acqua bollente; si filtri, e vi si aggiunga poco per volta tanto acido solforico, finchè il liquido divenga sensibilmente acido. Si lasci raffreddare, e si raccolga l'acido cristallizzato in lamine bianche e lucide sul filtro, e quindi si lavi con acqua fredda, finchè questa non esca sapida, e si prosciuga.

L'acido solforico reagendo su gli elementi del borato di soda, si combina prima a quest'ultima, colla quale forma un solfato di soda solubile, e l'acido borico si separa perchè poco solubile. Con questo processo però l'acido non si ottiene puro, poichè vi resta sempre un poco di acido solforico, percui è necessario fonderlo in un crogiuolo di grès, tenendolo in questo stato per un ora circa, quindi colarlo in un piatto di porcellana o di argento, sciogilierlo nuovamente in acqua bollente, e così si otterrà col raffreddamento in lamine esaedre bianche e molto lucide.

Proprietà.

L'acido borico non ha odore; il suo sapore è appena acido, e la sua azione sul tornasole è molto debole. Esposto all'azione del fuoco si gonfia, quiudi si fonde e si cambia in un vetro scolorato e trasparente; ma qualunque calore possa prodursi, non basterà mai nè a scomporlo, nè a volatilizzarlo.

L'elettricità scompone l'acido borico. L'ossigeno si porta al polo positivo, ed il boro si raduna nella superficie del polo negativo.

L'aria e l'ossigeno secchi non hanno alcuna azione sopra quest'acido fuso, ma quando essi contengono l'acqua, l'acido diviene opaco, e formasi una polvere bianca nella sua superficie.

La maggior parte de'corpi combustibili, non iscompongono l'acido borico a qualunque temperatura, poichè come abbiamo esposto, il boro, che ne forma la sua base, esercita una grande affinità per l'ossigeno.

L'acido borico è poco solubile nell'acqua. Una parte di quest'acido ne richiede 50 di acqua a $+15^{\circ}$; quando però questa è bollente, è capace di sciglierne $\frac{1}{4}$ del suo peso, che poi depone in parte col raffreddamento in cri-

stalli regolari. L'alcool bollente scioglie l'acido borico, ed allorchè il mescuglio si accende, brucia con fiamma verde.

Il peso specifico di quest'acido cristallizzato, è secondo Davy, di 1, 479, ed allorchè è fuso giunge sino ad 1, 803, (Davy *Elem. di Filosofia chim. I, 266*).

Composizione.

Molti sperimenti sono stato fatti per conoscere la composizione dell'acido borico. Gay-Lussac e Thénard avendo acidificato una porzione di boro per mezzo dell'acido nitrico, trovarono l'acido borico formato da 100 di boro e 500 di ossigeno (1). Gli sperimenti di Davy, eseguiti bruciando il boro nel gas ossigeno finchè fu tutto cambiato in acido borico, e che si reputano i più esatti, portano queste proporzioni a 27 di boro e 72 di ossigeno. Berzélius poi, calcolando sul composto che l'acido borico forma coll'ammoniaca, lo crede formato da 100 di boro, e 228, 57 di ossigeno; e che quest'acido quando è cristallizzato contiene sopra 100 parti, 44 di acqua di cristallizzazione, che si sviluppa per metà coll'azione del calore, e l'altra metà vi rimane fortemente combinata *(Ann. de Chim. et de Phys., t. XI, p. 116).*

Cloruro di boro.

404. L'azione del cloro sul boro non è stata ancora bene esaminata. Secondo Davy, quando il boro s'introduce riscaldato nel gas cloro, esso vi brucia con fiamma brillante e si depone una sostanza bianca nelle pareti de'vasi ove si fa lo sperimento, la quale poi appena viene in contatto dell'acqua la scompone e formasi acido borico che si precipita, ed acido idroclorico che rimane sciolto nell'acqua. In questo caso l'ossigeno dell'acqua acidifica il boro, e l'idrogeno il cloro (2). Gay-Lussac e Thénard poi, avendo ripetuti gli sperimenti di Davy non ottennero alcun decisivo risultamento, e credono che il cloro non si combini affatto al boro secco.

---

(1) Recherches physico-chimiques I, 407.
(2) Davy Phil. Toaps. 1809, p. 41.

405. Ma Berzélius riscaldando con una lampada ad alcool il boro nel cloro puro e secco, ne ottenne dopo la combustione il cloruro di boro allo stato gassoso, che raccolse sul mercurio per assorbirne l'eccesso di cloro. Despretz trattando allo stesso modo il cloruro di ferro ebbe anche il cloruro di boro gassoso ed il cloruro di ferro fisso. Dumas poi ha ottenuto lo stesso gas facendo passare il cloro attraverso una canna di porcellana in cui aveva introdotto un mescuglio di acido borico secco e carbone calcinato, raccogliendo il cloruro di boro sul mercurio. Il gas però che si ottiene con quest' ultimo processo non è puro, perchè contiene gas ossido di carbonio ed acido idroclorico, i quali provengono dalla scomposizione dell' acqua contenuta ne' sugheri che si adoperano nell' apparecchio; ma facendo uso di turacci di porcellana, potrebbe evitarsi un tale inconveniente.

Il cloruro di boro è un gas senza colore; ha odore molto piccante e spande de' fumi all' aria presso a poco come il fluoruro di boro (acido fluo-borico §. 407), percui è solubilissimo nell' acqua. Il suo sapore è fortemente acido; non mantiene nè la respirazione, nè la combustione, e la sua densità è 3, 942. Esposto ad un freddo di — 20°, non cambia lo stato gassoso.

Queste proprietà fan conoscere che il cloruro di boro somiglia molto al fluoruro di boro, dal quale differisce per esser meno solubile nell'acqua, e perchè la sua azione su le materie organiche è meno energica di quella del fluoruro di boro; dippiù esso scompone l'acqua probabilmente più che quest' ultimo, e quando la soluzione è satura di gas, si depone l'acido borico.

La sua composizione è rappresentata da

1 atomo di boro	= 67, 99,	ovvero	9, 29
3 atomi di cloro........	= 663, 96,		90, 71
1 atomo di cloruro di boro	= 731, 95,		100, 00

Solfuro di boro.

406. Secondo gli sperimenti di Berzélius, sembra che il boro possa formare col solfo più solfuri. Messo il boro

nel vapore del solfo, s' infiamma; se però la temp. è di 300 a 400° centigr. l'azione non ha luogo. Il solfuro che si ottiene è sotto forma di una massa bianca opaca, che scompone l'acqua e si cambia in acido idro-solforico ed acido borico.

Acido fluo-borico.

407. Nel 1808 Gay-Lussac e Thenard esaminando l'azione del boro sul fluore giunsero alla scoperta di un acido particolare a cui diedero il nome di acido *fluo-borico* (1). Quest'acido fu esaminato dopo da Davy, e da John-Davy, il quale propose un processo più semplice per ottenerlo (*Ann. de chim. t. LXXXVI*).

Estrazione.

Si ha quest'acido allo stato di gas, riscaldando in una storta di vetro o di piombo con una lampada ad alcool, un mescuglio di una parte di acido borico fuso, 2 parti di fluato di calce (spato fluore) puro, ridotti in plvere, e 12 di acido solforico concentrato. Il gas si sviluppa abbondantemente, e si raccoglie sul mercurio.

Proprietà.

Questo gas è trasparente ed elastico come l'aria atmosferica. L'odore somiglia a quello dell'acido idroclorico, ed il sapore è molto acido. Il suo peso specifico è, secondo John Davy, 2, 3709; allora un decimetro cubico di questo gas a temperatura e pressione media, pesa circa 4 grammi.

L'acido fluo-borico è fra tutt'i gas il più solubile nell'acqua, giacchè questo liquido può assorbirne fino a 700 volte il suo volume, ed allora il suo peso specifico giunge ad 1, 77, e si ottiene un acido molto concentrato, che ha grande analogia coll' acido solforico. Esso non ha azione sul vetro; non è alterato nè dall'aria nè dall' ossigeno secchi, e non è neanche scomposto dal calore più elevato. Un freddo alquanto forte può congelarlo, ma il suo stato non viene a cambiarsi. Quest' acido perchè esercita grande affinità per l'acqua, la toglie a tutti gli altri gas, e

(1) Recherches physico-chimiques II, 59.

vi forma un vapore più o meno denso come quello che produce l'acido fluorico.

Composizione.

L'analisi di quest'acido non è ancora conosciuta. Essendo un composto di acido fluorico ed acido borico, ed avendo accennato, trattando dell'acido fluorico, che questo si riguardava composto di fluore ed idrogeno, è allora probabile che tal composto non contenga punto di ossigeno, e che sia semplice *fluoruro di boro*.

Sezione X.

Del carbonio.

Istoria.

408. Il *carbonio* considerato da'chimici come la sostanza pura del *carbone,* non deve confondersi con quest'ultimo. Le prime conoscenze più esatte sulla sua natura le dobbiamo al celebre Lavoisier, il quale dietro sperimenti diretti provò che il *diamante,* in cui Newton aveva ammessa l'esistenza di una materia combustibile, era il carbonio purissimo. Gli accademici di Firenze però furono i primi che nel 1694 bruciarono col mezzo della lente di Tschirnhausen più diamanti in presenza di Cosmo III, Gran Duca di Toscana, i quali si videro interamente sparire senza lasciare alcun residuo; e Francesco I Imperatore di Allemagna nel 1750 fu anche testimonio della distruzione di più diamanti operata in un forno di fusione (1). Darcet ottenne il medesimo risultamento in Parigi, in un forno di coppella, ove Maquer vide anche la fiamma (2). Ma Lavoisier ripetendo questo sperimento col

---

(1) Das Neueste aus der enmuthigen gelehrsamkeit. Aus dar Jar, 1751, 5. p. 540.

(2) La temperatura che si richiede per la combustione del diamante non è duopo che sia molto elevata. Makensie la produsse in una muffola in cui il calore non oltrepassava i 14° di Wedgewood, che era inferiore a quello che abbisogna per fondere l'argento. Guyton-Morveau bruciò anche de'diamanti in un crogiuolo in cui vi era il nitro in fusione, ed ottenne anche l'acido carbonico in resultamento, il quale restò combinato alla potassa del nitro.

mettere i diamanti nell'interno di una canna di porcellana che riscaldò al bianco, osservò che non appena vi ebbe passato il gas ossigeno, i diamanti furono bruciati, e mutati completamente in acido carbonico; ciò che provò facilmente che non erano altra cosa, se non che il radicale dell'acido ottenuto, cioè il *carbonio*. Questo sperimento ripetuto su lo stesso peso di carbone puro, l'assorbimento fu di 72, 62 di ossigeno e si ebbero 100 parti di acido carbonico.

Questi sperimenti che sembrarono a prima vista assurdi, attirarono ben presto l'attenzione de' più celebri chimici, e malgrado i tentativi di Davy, che vi supponeva un poco di ossigeno, e quelli di Arrago e Biot, che dietro l'energia della forza refrattiva del diamante credevano che contenesse l'idrogeno, pure niente potè provarsi di positivo.

Gli stessi resultamenti negativi ottennero anche Gayton-Morveau (1), Smytson Thennant (2), Allen e Pepys (3), dal che fu stabilito dopo, che il diamante era la stessa cosa che il carbone puro, e venne perciò annoverato fra i corpi combustibili semplici.

Stato naturale.

409. Il carbonio di rado trovasi allo stato puro in natura, e come corpo semplice non può esser prodotto dall'arte. Esiste però in abbondanza nel regno minerale, e forma parte costituente di tutte le sostanze vegetali ed animali. Allo stato poi di purità costituisce la sostanza più ricercata e più nobile fra le gemme, qual'è il *diamante* (4).

---

(1) Ann. de Chim. t. XXXI, LXXXIV, LXXXVI.

(2) Phil. Transact. 1797.

(3) Bibliothéque Britan. Décembre 1807.

(4) Il più grosso diamante conosciuto è quello del Raja di Matun, a Bornèo, che pesa più di 300 carati (il carato è 4 grani, e 300 carati sono quasi 2 once ed 1 grosso). Quello dell' Imperadore del Mogol è di 279 carati, apprezzato da Tavernier 11,723,000 franchi. Quello dell' Impedore di Russia, del peso di 193 carati, è di cattiva forma, e fu comprato da Caterina II per 2,160,000 franchi, e 96,000 altri franchi di pensione a vita. Quello dell'Imperadore d' Austria pesa 139 carati, anche di cattiva forma, valutato 2,600,000 fr. Il dia-

Si trovano i diamanti in diversi luoghi delle Indie, ma soprattutto in Asia, ne' Regni di Golconda e di Visapour, come anche al Bengale, sulle frontiere di Missore nell'isola di Bornèo ec. Nel Brasile, a Serra-do-Frio, nella Terra di S. Antonio, ne' letti de' fiumi Giquitignana, a Riacho fundo e Piexe ec. Essi trovansi ne' banchi sabbionosi de' terreni di Alluvione, e quelli del Brasile sembra che provengano dalla pietra sabbionosa in decomposizione (Tondi). Questi depositi sono essenzialmente formati di ciottoli di pietra focaja rotolati, e ligati da un argilla ferruginosa o sabbionosa. Vi si trova l'ossido di ferro in diversi stati di ossidazione, del quarzo, ed il legno petrificato. Questi terreni sono alla superficie del suolo ed occupano una grande estensione, ed i soli diamanti grandi si sono rinvenuti nel fondo delle grandi vallate, particolarmente ove trovasi la miniera di ferro in grani come levigati. Questi caratteri sono importanti allorchè si volessero ricercare i diamanti.

La loro apparenza è vetrosa; sono considerati come i più duri, dappoichè incidono tutti gli altri corpi; sono trasparenti, traslucidi, limpidi; qualche volta hanno colore bianco-gialliccio-verdiccio; bruno di garofalo, rosso di fiori di pesco di rosa; cilestrino, nero. La forma ordinaria del diamante e l'ottaedro, o il dodecaedro, e qualche volta presentano quella di un poliedro a 24 od a 48 facce, che sono sovente curvilinee. Il peso specifico è 3, 52.

Il carbonio non conduce l'elettricità come il carbone, ma diviene elettrico mediante lo strofinio, manifestando allora l'elettricità vitrea. Il calore il più elevato non altera il diamante, purchè riscaldasi in vasi chiusi. Esso rifrange energicamente la luce, la quale allorchè lo attra-

mante del Re di Francia, chiamato il *Regente*, pesa 136 carati, e ne pesava 410 prima di esser tagliato; attesa la sua bella forma è riguardato come il più bello dell' Europa. Fu comprato dal Duca d'Orléans, allora Reggente, per Luigi XV Re di Francia, 2,250,000 fr. ma ora viene stimato più del doppio. Le miniere di diamanti saggiate nel Brasile, hanno apportato al Governo dal 1730 sino al 1814 più di 3, 024,000 carati, cioè 36,000 per anno (poco più di 15 libbre).

versa, si avvicina molto dalla perpendicolare che s'innalzarebbe al punto d'incidenza, ciò che fece supporre a Newton che racchiudeva una materia combustibile. Dietro questo potere rifrangente e di dispersione così grande, i diamanti si rendono superiori pel valore a tutti gli altri corpi duri, e tale qualità aumentasi col lavorarli.

Il taglio de'diamanti è conosciuto fin dal 1476, e se ne attribuisce a Louis di Berquem la invenzione, forse dovuta all'azzardo. Questa operazione si fa oggi col mezzo di una piattaforma orizzontale di acciajo dolce. Il diamante, fissato sopra una specie di conchiglia di rame col mezzo dello stagno, si bagna con la polvere dello stesso diamante stemprato nell'olio, la quale si ha confricando i diamanti grezzi l'uno contro l'altro; e col movimento rapido di rotazione impresso alla piattaforma su cui poggia il diamante per compressione, si riduce in faccette, cambiandolo quando una è già fatta.

Si distinguono i diamanti in *diamanti grezzi*, detti anche *bruti*, e *diamanti brillanti*. I primi sono quelli che adoperavansi col polito naturale, come si trovano in varie armi antiche, ed i secondi venivano tagliati a faccette regolari. Vi ha però de'diamanti così duri che resistono al taglio, e si dicono *diamanti naturali*, i quali servono per incidere il vetro, per tagliare le lastre, ec.

La estrazione de'diamanti si fa portando la sabbia de' diamanti detta *cascalho* sopra tavole divise in più compartimenti leggiermente inclinate. Versandovi l'acqua per togliere la terra più sottile i diamanti restano colle parti più grossolane, e vengono scelti da' negri e messi a parte.

Spesso si ha dovuto ricorrere al *clivaggio* per tirar partito de'diamanti di cattiva forma: esso si cliva parallelamente alle facce di un ottaedro regolare. Si distingue poi il *taglio in rosa* ed il *taglio in brillante*. Quest'ultimo vènne eseguito la prima volta dal cardinale Mazarin sopra dodici diamanti conosciuti col nome di *pietre della corona*, o de'*Dodici-Mazarini*.

Il prezzo de'diamanti è convenzionale. Quelli che non sono tagliati si vendono 30 a 36 franchi il *carato* (un carato vale 4 grani). L'unità di peso pe'diamanti porta il nome di *carato*, che è similmente l'unità di peso del-

l'oro reale o puro. Quando il diamante può tagliarsi ed è di un peso meno de'4 grani, si vende 46 franchi; se poi sorpassa i 4 grani si prende il quadrato di questo peso cioè 16, e si moltiplica per 48. Così un diamante del peso di 3 carati vale $3 \times 3 \times 48 = 432$ franchi. Questo prezzo vale pe' diamanti grezzi, e per quelli tagliati varia sensibilmente, onde supplire alla mano d'opera. Ecco un quadro approssimativo de' prezzi più comuni, i quali variano e per la nettezza e per la spessezza del diamante, non che pel numero delle facce che presenta.

Peso medio de' diamanti		Prezzo di ciascun carato
1/40	di carato	60 ad 80 franchi
1/10	*id.*	100 a 125
1/2	*id.*	160 a 192
3/4	*id.*	200 a 261
1	*id.*	220 a 250
		Prezzo del diamante
2	*id.*	650 ad 800 franchi
3	*id.*	1600 a 2000
4	*id.*	2400 a 3000
5	*id.*	4000 a 6000

410. Oltre al diamante, trovasi il carbonio pressochè puro nell'*antracite*, specie di carbon fossile nero, opaco, amorfo; che brucia con difficoltà senza produrre nè fumo, nè fiamma, nè odore, quando non è unito a piccoli grani di ferro solforato; ciò che lo distingue dal carbon fossile ordinario, che brucia con fiamma, con fumo, ec. Trovasi in istrati, nelle montagne indipendenti, di transizione, ed in quelle dette carbonifere. È sovente lucido, e spesso iridato. Il suo peso specifico è di 1, 5, ad 1,8, e si compone di carbonio con poco idrogeno, e 0,3 a 0, 5 di sostanze terrose, consistenti in allumina, calce, silice, e qualche volta carburo di ferro, e tracce di ferro solforato.

L'antracite offre tre sotto-specie, e molte varietà. La prima è l'*antracite scistoso*, che incontrasi nelle rocce primitive e secondarie in diversi punti dell'Inghilterra,

in Ispagna, ec. Il suo colore è bruno-nero di ferro con leggiero splendore metallico; è fragile, imperfettamente scistoso, brucia senza fiamma, e contiene 72, di carbonio, 13 di silice, 3, 3 di allumina, 3, 5 di ossido di ferro.

La seconda, racchiude l'*antracite in colonne*, che forma de' letti molto spessi vicino Sanguhar a Saltcoatz e New-Cumock nell'Ayrshire, a Meissner nella Hesse, ec. in piccole concrezioni prismatiche. Ha colore bruno-carico di ferro, splendore metallico tenero; è leggiero, dolce al tatto, ed è fragile. Trovasi terroso, compatto, granulare; poliedrico, in rognoni, ec. ciò che ne forma le sue varietà le più comuni.

La terza sotto-specie è il *carbone di terra (houille)* propriamente detto. Si trova abbondantemente ne' banchi arenosi detti *grès houillers*, che servono per così dire di principio a' terreni secondarii; in istrati di 8 sino a più di 20 piedi, framezzati da banchi di *grès carboniferi* più o meno spessi. Le sue varietà sono: il carbone di terra brunastro, lamelloso, limonoso, nero, iridato, organo-fibroso, poliedrico, in rognoni, scistoso, ec. (1).

Esposto al fuoco il carbone di terra o fossile, si accende, quindi si gonfia e brucia con fiamma e molto fumo; e se allorchè finisce di produrre questo effetto si spegne, si ha una massa spugnosa, lucida e molto leggiera, la quale forma il *coak* degl' Inglesi, che serve come carbone, e si accende senza produrre alcun cattivo odore.

411. Non sono di accordo i naturalisti, su l'origine del carbone di terra, e se sia prodotto dalla scomposizione di corpi organizzati. Il corbon fossile appartiene a' terreni secondarii, e trovasi alla base di questi terreni ne' depositi arenosi sotto forma di strati più o meno grandi, che presentano una frattura schistosa, qualche volta compatta. Esso è più abbontante nell' Inghilterra, nella Francia e nel Brabante, che in altri luoghi.

(1) Nel trattato di Orittognosia di Tondi trovasi rapportato il suo interessante lavoro su le diverse specie e varietà di carboni. Egli chiama *geantrace* il carbon fossile o di terra, in cui si comprende l'*antracite*, e tutte le sue varietà; *fitantrace* il carbone proveniente da vegetali; *fitantrace idrogenato*, il bitume, e *zoo-fitantrace*, il carbone che proviene dagli animali e da' vegetali. V. Vol. I. della pag. 52 ad 80.

Le diverse materie carbonose che si trovano ne' terreni secondari variano da una età all' altra, e giacciono in masse considerevoli nella sola parte inferiore di questi terreni. L'antracite considerata mineralogicamente anche trovasi a certa profondità, ma il solo *zoo-fitantrace* (houille) è il più abbondante, e trovasi in mezzo dei grandi depositi arenacei, designati col nome di *grès carbonifero* (grès houilliers), da' quali comincia la serie dei terreni secondari. In queste località esso forma strati sovente soprapposti gli uni agli altri, e v' hanno de' siti in cui questi si moltiplicano sino a 60. Il più delle volte questi strati sono separati da' grès più carbonosi di quelli che l' inviluppano, o dalle stesse materie più fine, a cui han dato il nome di *argilla scistosa*, *scisto carbonoso*, *grès scistoso carbonoso*, e *scisto bituminoso* ed infiammabile. Questi strati però sono molto esili, e quelli del zoofitantrace sono da 8 a 10 pol. sino a 5 piedi, ed in alcune località giugne al di là di 20 piedi. Essi variano nella loro giacitura, affettando forme rimarchevoli. Il più sovente sembrano piani, ma quando si paragonano quelli de' diversi pozzi di una stessa contrada, ovvero le varie inclinazioni dello stesso strato nelle differenti parti della sua estensione, si avverte nel maggior numero delle località che essi sono concavi e sono perciò chiamati da' minatori *strati a battelli*. Essi affettano ancora nei diversi punti della loro estensione, delle ondulazioni più o meno apparenti ed irregolari; e talvolta uno strato si trova ripiegato sopra se stesso e contornato nella maniera la più bizzarra, formando un numero considerevole di zig-zag più o meno aperte che si ripetono molte volta in tutta l' estensione del deposito. Vi sono località in cui gli strati meglio regolari si trovano ad un tratto scompigliati in differenti punti, ed in conseguenza mescolati alla materia terrosa che li circonda, ciò che ne rende allora difficile o quasi impossibile lo scavo, perchè il carbone non può aversi isolato. La profondità poi a cui i succennati strati si trovano varia nelle diverse parti. V'ha di quelli che si rinvengono al disotto dello stesso fondo del mare, come a Whithaven in Inghilterra, in cui lo scavo che si estende fino ad $\frac{1}{4}$ di

lega sotto l'acqua, giugne poi a 50 tese di profondità sotto il fondo del mare. Nelle Fiandre fa d'uopo discendere sino a 200 a 300 tese sotto delle pianure di queste contrade, che sono poco elevate dal livello del mare; ed all' opposto in altri luoghi tali depositi si trovano in contrade sommamente elevate, come son quelle esaminate da Humboldt nella spianata di Santa-Fè-di-Bogota, che si elevano sino a 1360 tese al di sopra dell'Oceano; e quelle nelle Cordilliere di Huarocheri giacciono quasi vicino le vette delle nevi perpetue, che in quel luogo si elevano a 2300 tese dal livello del mare.

Il gran conto in cui si tiene ora il carbon fossile, dopo il gran consumo che si fa di esso per alimentare le numerosissime macchine a vapore, ha richiamata l' attenzione de' geologi onde stabilire il più esattamente possibile i caratteri delle montagne o de' terreni carboniferi, per esser meno indotti in errore nel ricercare il carbon fossile in questi terreni.

412. I terreni detti *carboniferi*, in cui può sperarsi rinvenire il zoo-fitantrace, presentano d'ordinario l'aspetto di un deposito arenaceo, il quale forma delle colline o delle alte montagne che si estendono sovente in uno spazio considerevole. Fan parte di questo deposito avvanzi di diverse rocce, talvolta in forma di ciottoli rotolati, cioè di gneis, di scisto micaceo, scisto argilloso primitivo o di passaggio, di calcare compatta, ec.; ma più spesso trovansi questi stessi ciottoli decomposti e ridotti in materie sabbionose e terrose, nelle quali distinguesi la sola mica in pagliette splendenti, il quarzo in piccoli grani, che formano la base del deposito, e degli avvanzi di feldspato allo stato di *kaolino*. Ridotte poi allo stato di aggregazione tali materie col mezzo dell' argilla, ne resultano varie specie di grès, generalmente di color tenero, che variano dal grigio al grigio-gialliccio, fino al bianco, racchiudendo in quest' ultimo caso sempre il feldspato. A misura però che siffatte materie si avvicinano agli strati di carbone, questi divengono più o meno neri e sono carbonosi. Essi allora manifestano una grande tendenza alla struttura scistosa particolarmente nelle parti più ricche di mica, e la massa del deposito presentasi in ge-

nerale più o meno stratificata. A queste diverse specie di grès trovansi subordinati degli strati di diverse materie, le quali sono modificazioni della massa in generale, e presentano l'aspetto argilloso, ovvero resultano da calcari sovente bituminose più o meno nere e fetide. Trovansi altresì degli strati o ammassi orizzontali di carbonato di ferro più o meno argilloso, il quale è talvolta anche disseminato ne' grès superiori o nel carbone stesso; ed in alcune località havvi ancora delle rocce compatte semplici o porfiriche di un verde scuro o nero, conosciute co' nomi di *trapp*, di *grünstein* o *di basalte*. Le stesse materie si trovano in altre località in filoni considerevoli, detti dagl' Inglesi *dykes* (filoni), i quali traversano tutti gli strati del terreno, ed hanno una spessezza che varia da 30 a 60, sino a 150 piedi, essendo poi lunghi più leghe. Si è anche osservato che nelle vicinanze di questi filoni il carbone si è carbonizzato, lo zolfo delle piriti si è sublimato, ed i grès son divenuti sommamente duri, ciò che sembra indicare dei prodotti dell'azione del fuoco.

413. Le *piante fossili* accompagnano anche i terreni dei grès carboniferi, presentando l'impronta della loro figura più o meno distinta, e sovente sono abbondantissime negli strati argillosi più prossimi a quelli del carbone, ovvero a quelli che sono fra il carbone stesso. Esse consistono in quelle che trovansi nelle materie arenacee che accompagnano l'*antracite* (§. 410), e sono delle piante erbacee della divisione de' monocotiledoni crittogami, analoghe a quelle della famiglia delle felci, degli equiseti, ec. ma racchiudono dippiù un gran numero di altre specie, delle quali le più abbondanti, che sono analoghe a quelle delle felci, offrono molte varietà; ed anche i diversi steli di piante che vi si rinvengono ora scannellati, ed ora chiusi, alcuni si fan derivare da quelli delle felci di alta taglia, ed altri dalle piante delle famiglie de' licopodii, degli equiseti e degli aroni. Questi steli sono sempre occupati nel centro ora da' grès, ed ora dall' argilla simile a quella in cui giacciono. È però da notarsi che tutte queste piante somigliano a quelle delle regioni equinoziali, e differiscono intieramente dalle specie delle stesse famiglie che

vegetano in altri suoli. Gli avvanzi animali, sebbene molto rari, non mancano in questi depositi. Sonosi rinvenute impronte di pesci ne' rognoni di carbonato di ferro; delle conchiglie bivalvi in alcuni depositi carbonosi, le quali hanno qualche analogia con altre conchiglie bivalve di acqua dolce.

Il terreno carbonifero si presenta in un gran numero di parti sì del vecchio che del nuovo Continente, con una costanza di caratteri e di fenomeni che sorprende. Non per tanto l'Inghilterra è forse la contrada dell'Universo in cui il carbon fossile si trova, od almeno è estratto in più gran quantità. L'Allemagna, ed il Norte della Francia contengono ancora molti grandi depositi di questo prodotto. Si è detto che la Spagna e l'Italia ne sono quasi del tutto sprovviste; ma in quanto a quest' ultima regione possiamo assicurare che un vasto deposito di terreno carbonifero incontrasi nel nostro Regno particolarmente nel 1.° Abruzzo Ultra, il quale giace alle basi degli Appennini, ed è separato dal littorale dell'Adriaco mercè la famiglia delle colline subappennine terziarie con le quali confina. Ma la migliore qualità di carbone che siasi sinora trovata nel nostro Regno è quella rimessami da Maufré di Squillace; mentre dall'esame da me fattone, e poi adoperato dal Colonnello Robinson a saldare perfettamente una massa di ferro, resulta che sia del tutto identico alla vera Houille inglese.

414. Oltre alle materie indicate che possono servir d'indizio a cercare il zoofitantrace, il *grès rosso* detto *grès carbonifero* trovasi anche qualche volta intimamente unito a' depositi arenacei. Questo grès presentasi di sovente in masse rosse a grani più o meno grandi, le quali racchiudono ciottoli rotolati di ogni genere; ed allorchè il deposito poggia sul granito, veggonsi anche avvanzi dello stesso grès carbonifero uniti da un cemento intieramente formato di kaolino riunito da grani di quarzo. Questo grès è talvolta a grani molto fini ed affetta sovente la struttura scistosa. Esso racchiude ancora, come strati o ammassi subordinati, delle rocce feldspatiche, porfiriche, spesso rosse; delle retiniti, e delle amiddaloidi. Fra questi porfidi, le amiddaloidi, che sono qualche volta in nidi orizzon-

tali più o meno estesi, fanno frequentemente corona alle colline di grès rosso, e le retiniti non si trovano che in ammassi, meno spesso in filoni.

Usi. — Serve il zoofitantrace in vece di carbone di legno nelle grandi fabbriche, pel calore che può produrre, come nelle fonderie di ferro e di altri metalli, nelle vetriere ec., e supera di molto quello che si ottiene dalle legne ordinarie. Il gas che somministra colla distillazione serve nelle illuminazioni (V. gas idrogeno carbonato). L'analisi del carbon fossile di Deistea ha dato: bitume viscoso estratto coll'etere 1, 5; parte carbonosa combustibile 79, 7; allumina con poco ossido di ferro 2, 5; silice 16, 2; perdita 0, 1. Le parti organiche poi del carbon fossile in generale, che da Thompson vengon reputate come semplici, sono: il carbonio, l'ossigeno, l'idrogeno, e l'azoto.

Del lignite.

415. Trovasi sotterra ne'depositi secondari e terziari in forma di strati solidi più o meno doppii, di color nero cupo, avendo la tessitura del legno. Al fuoco non si gonfia, ma brucia emanando odore fetido. Si distinguono molte varietà di lignite da'mineralogisti, ma le più frequenti sono: il *giojello*, che serve a formarne oggetti di lutto, ed ha colore meno intenso; il *friabile*, che s'impiega come combustibile, ed è meno nero; ed il *terroso*, detto anche *terra di colonia*, *ceneri nere e terra d'ombra*, che si usa nelle dipinture ad olio ed a guazzo. Le sue ceneri adopransi come concime.

Lignite. — Nelle parti superiori de'depositi di grès carbonifero più non si rinviene zoofitantrace, o almeno presentasi appena nello zechstein, nel grès bigarré, ed invece trovasi *lignite* sparso in forma di ammassi poco considerevoli, ma qualche volta presentasi in istrati suscettivi di cavarsi con profitto, e questi sono soprapposti al *zoofitantrace magro* (houille maigre). In questo stato il lignite si considera come il più perfetto, ma gli strati sono poco numerosi. Trovasi pure il lignite fra il grès bigarré e la calcare che lo covre, nel quadersandstein che viene dopo; nelle parti inferiori della calcare del Giura, e nel

grès verde che serve di base alla calce carbonata polverosa (craie). Talvolta gli strati di lignite sono come inviluppati dalle marme scistose più o meno carbonose, che hanno una certa analogia con quelle de' terreni carboniferi; ma la mancanza delle felci fossili, o almeno nelle parti le più moderne, non che la presenza delle foglie e delle frutte di piante dicotiledoni e di qualche conchiglie, lo caratterizzano in un modo particolare (Beudant).

Il lignite accompagna bensì i depositi de' terreni terziarii, come quelli de' depositi secondarii di sopra descritti. Ne' primi trovansi anche de' ligniti in forma di legno semplicemente alterato, e giacciono ora disseminati, ed ora in ammassi; ed in questi depositi non è raro di trovare delle sostanze che conservano la organizzazione vegetale, e sovente anche la forma esteriore de' rami, cominciando da questo periodo di alterazione fino alla loro distruzione totale, e conversione in materia carbonosa la più bituminosa e la più analoga al zoofitantrace (houille).

I depositi di lignite che accompagpano questi terreni terziarii, si compongono sovente di più strati separati da letti più o meno spessi di materie sabbionose argillose, che sono qualche fiata mescolate di carbone e di bitume, e si presentano talvolta o solidi da affettare l'aspetto scistoso, o terrosi e quasi sempre mescolati di carbonato di calce, avendo così il colore grigio, turchiniccio, ovvero gialliccio. Non mancano in questi strati delle conchiglie divenute bianche, fra le quali ve ne ha delle bivalvi, di cui alcuna solamente ha qualche analogia colle bivalvi fluviatili. Vi si distinguono eziandio vari testacei, fra i quali le plenorbi, le linnee, ec. Anche ne' depositi di argilla scistosa si rinvengono de' ligniti sotto l'aspetto d' impressioni vegetali perfettamente caratterizzate, appartenenti alle foglie di piante dicotiledoni, che talvolta somigliano a quelle del pioppo, dell'olmo, del castagno, del salice ec. ma che non appartengono ad alcuna di queste piante, nè anche a quelle che crescono presentemente in Europa.

I rami, e i tronchi che incontransi in questi depositi sono compresi similmente in grandissima parte nella divisione de' dicotiledoni; ma si rende impossibile conoscere a quale specie appartengono, non ostante che conservino

distintamente le loro forme; e ve n'ha di quelli che possono paragonarsi e per le foglie e pe' tronchi alle palme. In questi stessi depositi di lignite trovansi diverse materie resinose, come il succino, il resinasphalto, la mellite, l'ossalato di ferro ec. i quali è probabile che provvengano da materie vegetali alterate. Negli stessi depositi sonosi rinvenuti anche avvanzi di animali mammiferi appartenenti alcuni al genere mastodonte, ed altri a de' residui pressochè distrutti, che si avvicinano a quelli del genere castor, ec.

416. Tutti questi ammassi di combustibili che vanno sotto il nome di *ligniti*, si trovano come quelli del zoofitantrace ne' bacini particolari, nelle gole, e nelle vallate che le montagne le più antiche han lasciate fra loro. Gli strati sono qualche volta orizzontali sopra grandissimi spazii; qualche volta ondolati, ma non contornati nè ripiegati come quelli del zoofitantrace; ondolazioni che si fan dipendere più dall'abbassamento parziale del terreno, che da irregolarità naturali del fondo del bacino ove queste materie si sono deposte. In quanto poi a' depositi di legno alterato di cui parlasi negli stessi terreni terziarii, essi non formano strati distinti come il lignite, ma presentano ammassi irregolari di materie terrose come composte di legno, o di altre parti del vegetale putrefatte e mescolate a materie argillose e sabbionose. Si citano de' frutti di diverse specie; de' pomi, del pino, delle palme, degl'inviluppi di pistacchi, ec.

Le migliori qualità di carbone di terra sono quelle che contengono il meno possibile di persolfuro di ferro, e terre alluminose solforate; e sono generalmente da preferirsi quelle che hanno 30 a 40 per 100 di bitume, e che lasciano dopo la loro combustione completa 3 a 5 per 100 di residuo terroso.

417. *Grafite*, *o carburo di ferro* — Trovasi nelle montagne antiche, disseminato nelle montagne primordiali, nel quarzo; in un miscuglio di ferro idrato, di anfibolo e di mica; nella nuova Jork; nella calce carbonata granellosa, vicino Filadelfia nell' America Settentrionale, e nello scisto micaceo presso Monte rosso; in Calabria Ultra, nel Regno di Napoli ec. Il suo colore è gri-

gio d'acciajo, o nero di ferro; tenero ed untuoso al tatto. Deflagra col nitro, allorchè viene riscaldato il mescuglio, lasciando un residuo di carbonato di potassa con poco ossido di ferro; e trattato coll'acido nitrico, il solo ferro viene attaccato. Il suo peso specifico varia da 2,086, sino a 2,245, e contiene, quando è puro, 92 di carbonio ed 8 di ferro.

Le sue varietà sono: il grafite cristallizzato in lamine esagonali, in rognoni; compatto, foliaceo; puro o mescolato a materie terrose, e qualche volta colora taluni scisti argillosi. Siccome esposto a qualunque fuoco non viene alterato, così serve alla costruzione de' crogiuoli, mescolato all'argilla refrattaria ed al quarzo. Il grafite granelloso o compatto, bollito nell'olio, e segato in lunghi prismi rettangolari, s'incastra nel legno del cipresso piramidale ec. e forma i *toccalapis*. Strofinandone il ferro lo preserva dalla rugine, come si opera pe' cammini di ferro, soprattutto nella Francia, nell'Inghilterra ec. Si usa pure in vece del sevo per diminuire l'attrito nelle macchine, negli assi delle ruote ec. (1)

Estrazione.

Per avere il carbone puro è duopo far passare i vapori dell'alcool o dell'essenza di trementina attraverso un tubo di porcellana rovente, e calcinare fortemente in un crogiuolo coverto di grès o di platino il carbone ottenuto, per privarlo dell'idrogeno. In questo stato il carbone è analogo al diamante, perchè brucia come questo senza lasciare residuo. Può anche ottenersi lo stesso carbone lavando più volte con alcool il nero fumo ordinario, sino che le ultime lezioni escano affatto scolorate, e calcinare il residuo, come il precedente.

Proprietà.

Il carbone così ottenuto è in una polvere nera som-

(1) Delle altre sostanze carbonose infiammabili, nelle quali trovasi anche il carbonio, ma in quantità minore, come della *torba*, de' *bitumi*, e fra questi l'*asfalto*, la *nafta*, il *petrolio*, il *succino*, ed il *malta*; del *terriccio* ec. si tratterà nella fine della chimica organica vegetale.

mamente leggiera, che riscaldato in vasi chiusi può sopportare il calore più elevato senza alterarsi, ed allora diviene solo più duro ed alquanto lucido. Esso conduce facilmente il fluido elettrico, ciò che non accade nel diamante; al contrario poi è cattivo conduttore del calorico. L' aria, l' acqua, gli acidi i più concentrati, il cloro stesso (1), non lo alterano affatto. Gli antichi profittando di queste qualità del carbone, bruciavano esternamente le estremità de' legni che dovevano immergere sott' acqua, ad oggetto d' impedirne la loro alterazione, come lo provano gli avvanzi delle palizzate fatte da' Romani per formare un argine al corso dei fiumi, nelle quali il legno, dopo tanti secoli tenuto sotterra, si è conservato quasi intatto.

418. La grande affinità del carbone vegetale per molti gas, fu conosciuta la prima volta da Fontana, Marrozzo, Rouppe e Rotterdam (2). Questa proprietà che erasi creduta inerente al solo carbone, e che si faceva dipendere dalla sua porosità, fu dopo trovata da de Sausurre presso a poco simile negli altri corpi porosi. Tra questi gas, 1 volume di carbone ne assorbe 90 di gas ammoniaco; 76 di acido idroclorico; 73 di acido idroiodico, da me osservato; e finalmente vengono dopo, il gas solforoso, l' idrogeno solforato, l' ossido nitroso, e l' acido carbonico. A produrre questo assorbimento, la temperatura e la pressione atmosferica vi hanno principalmente influenza; ed ha potuto stabilirsi in generale, che que-

(1) Profittando di questa inalterabile qualità del carbone anche col cloro, dopo la partenza di Davy, al quale ebbi l' onore di assistere ne' lavori da lui eseguiti sui papiri di Ercolano nel 1820, dimostrai con decisivi sperimenti innanzi a Monsignore Scotti, e ad altri degni impiegati di quello stabilimento, che il cloro imbiancava quasi perfettamente que' papiri, umettati prima leggiermente da una soluzione di potassa, ed i caratteri non erano in menoma parte alterati. Con ciò sembrò decidersi la quistione tanto lungamente agitata, se i papiri cioè fossero stati carbonizzati dal fuoco, ovvero anneriti dal tempo, o da altre circostanze. Nel primo caso il cloro non avrebbe dovuto imbiancarli, essendo già provato che esso non ha azione sul carbone; come pure perchè i caratteri non venivano anche alterati, vi era ragione a credere che fossero stati formati da sostanze carbonose, come dal nero fumo, ec.

(2) Journ. de Phys. t. XXIII; et Ann. de Chim. t. XXXII, p. 3.

sto assorbimento è sempre più grande ad una bassa temperatura e ad una grande pressione, che ad una temperatura più alta, e ad una pressione più debole. Oltre alla pressione ed alla temperatura, vi contribuisce ancora la densità del carbone nell'assorbire i gas. I carboni troppo leggieri, come quello di sughero, ec. assorbono pochissima quantità di gas, ciò che accade ancora co' carboni troppo densi e compatti. Tra le diverse specie di carboni, quello ottenuto dal bosso, che ha una densità media, assorbe maggiore quantità di gas, ed il carbon fossile che ha una grande densità ne assorbe pochissimo. Questo assorbimento però è puramente meccanico, poichè basta riscaldare il carbone che contiene un gas ne' suoi pori, perchè questo ne venga completamente sviluppato.

Usi.

Non v'ha forse sostanza tanto utile quanto il carbone. Esso forma il combustibile di cui ci serviamo in tutte le operazioni chimiche, nelle arti, e nell'economia domestica. Ridotto in polvere diviene uno de' migliori dentifrici conosciuti, soprattutto perchè toglie il cattivo odore da' denti e li pulisce. Allo stato di *antracite*, (*houile*, §. 410), serve con più vantaggio del carbone vegetale a produrre una temperatura elevata nelle grandi fonderie di acciaro ec.; e sotto questo rapporto viene considerato come una delle sorgenti più grandi dell'industria delle manifatture della Gran-Brettagna.

419. Ma gli usi più interessanti del carbone sono quelli dell'applicazione fattane da Lowitz alla conservazione delle acque potabili, ed a disinfettare le materie che han cominciato a manifestare un principio di putrefazione.

Così quando si metta dell'acqua, come lo ha indicato Berthollet, nelle botti, le cui parieti interne sono state precedentemente carbonizzate, vi si possono conservare senza che si alterano. Attesa poi la proprietà assorbente del carbone, esso viene impiegato per depurare le acque de' fiumi, come sono costretti di fare i naturali di Parigi, di Londra ec. Le così dette *fontane filtranti*, che prima servivano alla depurazione delle acque indicate, si sono trovate dopo meno buone de' *filtri a carbone*, che

sonò divenuti ora di un uso generale e di una più grande utilità.

Il primo filtro a carbone fu immaginato da Chenevitz, e poi venne modificato da Smith. Esso consiste in un vaso cilindrico nel quale si mette all'altezza di un piede circa dal suo fondo, del carbone vegetale recentemente ottenuto e lavato per privarlo dalla cenere che può contenere, sostenuto da un altro fondo forato, sul quale si mette una tela stretta e della sabbia lavata. Aggiuntovi sopra del carbone altro strato di sabbia, vi si versa l'acqua la quale poi attraversando la sabbia ed il carbone, si otterrà perfettamente pura. Giuli rapporta, che l'acqua feltrata attraverso il carbone perde non solo le sostanze che tiene in sospensione ed il cattivo odore, ma privasi di molti sali che tiene in soluzione. Così la stessa acqua di pozzo la quale precipita i sali di barite, e l'ossalato di ammoniaca, dopo feltrata, non è affatto alterata da questi reattivi. (*Giuli chimica economica t. II, p. 122 e 123.*)

420. Un'altra applicazione anche interessante del carbone, è stata quella di adoperarlo a scolorare molte sostanze ed a purificarle. In questi casi però si usa con più successo il *carbone animale*, proveniente dalla calcinazione delle ossa fatta in vasi chiusi (1). Bussy e Desfôsses han fatto conoscere, che non solo il miele, lo zuccaro di betterava e molti altri liquidi mucillagginosi potevano depurarsi, ma le materie coloranti del vino, dell'aceto, del tornasole, del campeggio, della cocciniglia, del legno di fernambucco ec. e la stessa soluzione d'indaco nell'acido solforico, venivano completamente scolorate. Essi han provato ancora, che nella reazione del carbone su la materia colorante il suo peso trovavasi aumentato esattamen

(1) La preparazione del carbone animale è ora generalmente conosciuta. Basta calcinare le ossa in vasi chiusi che hanno una piccola apertura, sino a che non si sviluppa nè fiamma nè fumo, perchè si abbia un residuo nero, che ridotto in polvere fina, è il carbone animale. Esso rimpiazza ora il detto *nero di avorio*, di cui si servono anche nella pittura. Possono bruciarsi le ossa anche sui corboni ardenti, e tenerle così sino a che finiscano di produrre fiamma, ritirandole subito dopo, affinchè non divengano bianche per aversi lo stesso carbone.

temente della quantità della materia colorante assorbita. Quando però trattasi di depurare liquidi che hanno nello stesso tempo materie mucilagginose, coloranti, ed odoranti, vale meglio servirsi di un mescuglio di carbone vegetale e carbone animale, che di quest'ultimo solamente; ciò che fa conoscerci, che il carbone vegetale è più atto a prevenire e ad arrestare la putrefazione (1), che a scolorare le materie coloranti; e che il carbone animale poi produce l'inversa del carbone vegetale.

Il carbone è stato adoperato con vantaggio in medicina per arrestare la cangrena, ridotto in polvere, ovvero unito a qualche altra sostanza, come all'aceto ec.

Ma le conoscenze più importanti del carbone risguardano la sua applicazione come combustibile. La seguente tavola mostra i risultamenti ottenuti dopo le più accurate ricerche fatte su le diverse specie di carbone adoperate per vaporizzare 1000 chilogram. di acqua, come mezzo di comparazione per dedurre la diversa quantità di calorico che può dare una qualità qualunque di carbone.

(1) Se allorchè la carne o i pesci han cominciato a manifestare un principio di putrefazione, s' involgono nella polvere di carbone cotto recentemente, e vi si lasciano per alcune ore, queste sostanze rimarranno prive affatto di odore. Se queste poi, fresche, si chiudono ne' vasi col carbone, la loro putrefazione non avrà luogo che dopo un tempo assai lungo.

QUANTITA' DI COMBUSTIBILE

Necessario per vaporizzare 1000 chilogrmami di acqua presa alla temperatura del ghiaccio appena fuso.

COMBUSTIBILE Nel peso di un chilogramma	Vapore prodotto da un chil. di combustibile	Chilogramma di combustibile per 1000 chil. di vapore.
	chilogram.	chilogram.
Carbone di legno.	7 , 050	141 , 18
Coak puro	7 , 050	141 , 18
Coak che dà 0, 1 di cenere . .	6 , 345	157 , 75
Houille di prima qualità, che dà solo 0, 02 di cenere. .	7 , 050	141 , 18
Houille che ne dà 0, 1 . . .	6 , 345	157 , 75
Houille che ne dà 0, 2 . . .	5 , 932	168 , 57
Legno secco di ogni specie . .	3 , 666	272 , 94
Legno che ha 0 , 2 di acqua.	2 , 945	339 , 55
Torba di buona qualità. . .	2 , 000	500 , 00
Torba meno buona.	1 , 125	888 , 88
Alcool a 42°.	6 , 195	161 , 42
Alcool a 33°.	5 , 261	190 , 07.

421. Dal sopradetto quadro rilevasi che il carbone di terra è da preferirsi ad ogni altro, soprattutto perchè atteso il suo gran peso, occupa meno spazio ne'forni, e su i battelli a vapore.

Un chilogram. di carbone esigge per la sua completa combustione $2,^{\text{chil.}}76$ di ossigeno, i quali si trovano in una quantità di aria $= 12,^{\text{chil.}}61$, e che occupa $9^{\text{metr. cub.}},701$. Questi $9^{\text{metr. cub.}}$, 701, che corrispondono alla temp. di *zero*, formano 10 metri cubici a $+ 10\frac{1}{2}$ cintigr.

Dopo questi dati il migliore fornello che convenga alla combustione del carbone deve ricevere una quantità di aria doppia di quella calcolata, e perciò i migliori aprecchi che vi corrispondono sono i forni *fumivori*, ne'quali

debbesi introdurre almeno 20 metri cubici di aria per operare la completa combustione di 1 chilogram. di carbone senza che si produca fumo. Queste conoscenze sono indispensabili, e formano la base del calcolo, allorchè si volesse determinare la capacità e la forma de' focolari e de' camini de' forni: così i seguenti risultamenti sono stati dedotti da' principii emessi:

	Chilogram.
Gas acido carbonico, 1 metro cub. pesa........	1, 972
Ciascun chil. contiene .... ossigeno	0, 726
carbonio	0, 274

Un chil. di carbone produce bruciandosi $\frac{1000}{274}$

metri cubici di acido carbonico = ad 1 chilogram.

Peso dell'ossigeno dell'aria	2, 650
Peso dell'azoto dell'aria	9, 996
Peso eguale dell'ossigeno ed azoto dell'aria che non si è scomposta nel forno	12, 646
Peso totale del carbone, dell'ossigeno e dell'azoto.	26, 292

Volumi prodotti	metri cubici
Acido carbonico prodotto	1, 850
Volume dell'azoto dell'aria scomposta	7, 69
Volume dell'aria che non si è scomposta	9, 925
Volume totale dopo la combustione	19, 465.

Quindi si deduce che per bruciare un chilogram. di carbone vi bisognano presso a poco 20 metri cubici di aria, ciò che produce un totale di 19$^{metr.}$, 465 di fumo che pesa 26$^{chil.}$, 292. E poichè ciascun metro cubico di fumo prodotto pesa 1$^{chil.}$, 350, mentrechè il metro cubico di aria pesa 1$^{chil.}$, 298, ne segue che il fumo alla stessa temp. di *zero* che l'aria discenderebbe invece di innalzarsi nel camino. Allora perchè è provato che il fumo alla temp. di 11, 47 al di là di quella dell'aria, si fanno equilibrio senza che l'uno o l'altro si elevi o si abbassa, affinchè il fumo si renda più leggiero e passi

celeremente pe' camini, fa duopo che la sua temp. sorpassi quella degli 11, 47 centig.

Gas ossido di carbonio.

422. Il Dott. Priestley ottenne il primo questo nuovo composto allo stato di gas. Esso fu creduto come formato dal carbone e dall' idrogeno; ma Cruikshanks (1) conobbe dopo, che il nuovo gas conteneva l' ossigeno ed il carbonio come poi venne confirmato da Clement e Desormes (2), da Morveau e Bertollet.

Stato naturale ed estrazione.

Il gas ossido di carbonio non è stato trovato ancora naturalmente. Si ottiene riscaldando in una storta di vetro lutata un mescuglio di parti eguali di limatura recente di ferro e marmo in polvere. Il gas, quando la storta e divenuta rovente, si vedrà sviluppare facilmente, e si raccoglie sull' acqua. In vece di storta, son solito avvalermi con più vantaggio di una canna di ferro chiusa da una parte, adattandovi all' altra un tubo ricurvo per trasportare il gas sotto dell'apparecchio ad acqua. Appena la canna comincia a divenire incandescente, il gas si sviluppa abbondantemente.

Era conosciuto che poteva aversi anche lo stesso gas riscaldando gradatamente e con precauzione fino al rosso l' ossalato di piombo secco; ma nel ripetere più volte questo sperimento ho veduto che con difficoltà si perviene a procurarsi l' ossido di carbonio. Vi sono però riuscito facendo un mescuglio di 2 parti di quest' ossalato, ed 1 di limatura di zinco. Appena il mescuglio viene riscaldato con una lampada a spirito, il gas si sviluppa abbondantemente; esso però con questo nuovo mezzo viene anche mescolato a pochissimo acido carbonico.

Nel primo processo il gas ossido di carbonio proviene dall' acido carbonico che è scomposto dal ferro, il quale si ossida; e poichè la temperatura a cui viene espo-

(1) Bibliot. Brit. t. XVII, et XVIII.
(2) Ann. de Chim. t. XXXIX, p. 26.

sto il mescuglio è tale da scomporre il marmo e svilupparne l'acido carbonico, perciò si ottiene in unione dell'ossido di carbonio un poco dell'ultimo. Nell'altro processo poi il gas ossido di carbonio si forma con gli elementi dell'acido ossalico dell'ossalato di piombo, il quale colla sua scomposizione dà luogo all'acido carbonico, acqua, gas ossido di carbonio ed ossido di zinco.

Proprietà.

Il gas ossido di carbonio è un fluido elastico permanente ed invisibile come aria atmosferica. Esso brucia come l'idrogeno all'accostarvisi una candela accesa, ma la sua fiamma è turchina; spegne i corpi in combustione, e non è anche atto a mantenere la respirazione; il che prova che esso è combustibile, cioè ossigenabile, ma non mantiene la combustione. Esso non è assorbito molto sensibilmente dall'acqua, ed esposto a temperatura elevata non viene scomposto. L'azione della pila solamente lo riduce ne' suoi semplici elementi, cioè ossigeno, che si raduna al polo positivo, e carbonio che si attacca al filo negativo.

Il suo peso specifico calcolato da Cruikshanks, è 0,956; ma Thomson crede più esatto quello di, 0,972, essendo 1,000 quello dell'aria atmosferica: allora un decimetro cubico di questo gas, alla temperatura di 16° centigradi, e sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio pesa circa 2 grammi. Questo gas non ha azione sull'ossigeno a temperatura ordinaria, ma se si mescolano i due gas in un tubo, e vi si avvicini una candela accesa per infiammarli, si avrà una forte detonazione; i due gas si vedranno sparire, e si otterrà l'acido carbonico in risultamento (1).

Composizione.

Allorchè nell'aprarecchio descritto per esporre i gas al-

(1) Doebereiner avendo fatto passare attraverso un tubo rovente di vetro un miscuglio di volumi eguali di ossido di carbonio e gas idrogeno, ottenne nelle pareti interne del tubo il carbonio cristallizzato del tutto identico al *diamante*, e lo chiamò *carbonium*: l'acqua si sviluppò allo stato di vapori. (*Annales générales des Sciences Physiques; et Archiv. des découv. 1820. pag. 57.*)

l'azione dell'elettricità, *fig. 80*, s'introducono nel tubo precedentemente pieno di mercurio 100 misure di questo gas, e 50 di gas ossigeno, facendovi passare la scintilla elettrica, dopo la detonazione si avrà un assorbimento di 50 misure de'due gas impiegati, ed il residuo, che è l'acido carbonico, occuperà lo stesso volume di prima, cioè di 100 misure (*Mém. d'Arcueil, II, 218*).

Gas acido clorossi-carbonico, o gas fosgene.

423. Fra i corpi ossigenabili, quelli che si combinano al gas ossido di carbonio sono: l'ossigeno ed il cloro. L'azione del iodio, del boro e del fluore non è stata ancora esaminata. Il composto, che questo gas forma col cloro è conosciuto col nome di gas *clorossicarbonico*. John-Davy, che lo scoperse, lo descrisse col nome di *gas phosgene*, ossia gas prodotto dalla luce (*Bibliothèque des Sciences et Arts, tom. 41*).

Estrazione.

Per aver questo gas s'introduca in un recipiente vôto di aria un mescuglio di volumi eguali di cloro e di gas ossido di carbonio secchi, e si esponga a'raggi diretti del sole. La reazione ha luogo dopo mezz'ora circa, il cloro si scolora, ed i gas si condensano sino alla metà de'volumi impiegati, dando in resultamento il nuovo composto di cloro e gas ossido di carbonio. Lo sperimento non potrebbe farsi con molta precisione sull'apparecchio a mercurio operando in un tubo graduato, dapoichè il cloro attacca fortemente questo metallo. L'effetto poi si produce con molta lentezza allorchè si espone il mescuglio all'azione della luce diffusa, e quando si tiene nell'uscurità non ha affatto luogo. L'elettricità ed il calorico non possono produrre la combinazione de'due gas.

Proprietà.

Questo gas ha le proprietà meccaniche dell'aria atmosferica. Il suo odore alquanto forte, partecipa di quello del cloro e del gas ammoniaco mescolati insieme, o di quello del cloruro di azoto. Esso agisce fortemente sugli occhi; arrossa la tintura di tornesole, e non mantiene nè la combustione, nè la respirazione.

Allorchè riscaldasi l'arsenico, lo zinco o l'antimonio, in una piccola campana ricurva piena di questo gas, il cloro viene fortemente assorbito e si ha per residuo il gas ossido di carbonio. Esso scompone l'acqua, l'ossigeno si combina al gas ossido di carbonio, col quale forma l'acido carbonico, ed il cloro si appropria dell'idrogeno, e cambiasi in acido idroclorico. Se poi si metta in contatto di questo gas l'ossido di zinco, o qualche altro ossido metallico, si forma anche l'acido carbonico, per la riduzione dell'ossido metallico, e si ottiene un cloruro, col cloro del gas e col metallo dell'ossido.

Una delle proprietà particolari di questo gas è quella, che quando si mette in contatto col gas ammoniaco, è capace di assorbirne 4 volte il suo volume, dando luogo ad un sale particolare, solido, bianco, volatile, deliquescente, e per conseguenza solubilissimo nell'acqua. Esposto all'azione del fuoco in una piccola campana ricurva piena di gas idroclorico, o gas solforoso, si sublima senza scomporsi. L'acido solforico lo scompone; formasi solfato di ammoniaca e sviluppasi gas acido carbonico, ed acido idroclorico gassoso, ne'rapporti di 1 a 2, ciò che prova che la scomposizione dell'acqua è quella che produce i due gas. Lo stesso si ottiene con gli acidi nitrico, fosforico ed idroclorico liquido, ne'quali anche l'acqua è scomposta.

Composizione.

Questo gas essendo formato da volumi eguali di gas cloro e gas ossido di carbonio ridotti alla metà del loro volume, ne siegue, che calcolando il suo peso specifico da quello degli elementi che lo formano, si avrà 3, 399. Allora un decimetro cubico di questo gas alla temperatura di + 16 centigradi, e sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio, pesa circa 4 grammi. In peso poi esso è composto da cloro 4, 5, ossido di carbonio 1, 75; o anche calcolandolo sulla composizione del gas ossido di carbonio, può essere rappresentato da cloro 4, 5, ossigeno 1, 0, carbonio 1, 75, ovvero da un atomo di carbonio unito ad un atomo di cloro, e ad un atomo di ossigeno.

Acido carbonico.

424. La scoperta dell'acido carbonico è memorabile per essere stata l'origine della conoscenza de' fluidi elastici. §. 210. Van-Helmont fu il primo a conoscere un aria particolare, che sviluppavasi dalle pietre calcari, a cui diede il nome di *blas* (§. 211), che Maquer poi mutò in quello di *gas*. Hales confermò ed estese le conghietture di Van-Helmont, ma Blak nel 1755 ne esaminò meglio le circostanze che producevano quell'aria, come anche combinò la stess'aria con molte altre sostanze che potevano svilupparla nuovamente col mezzo degli acidi, e gli diede perciò il nome di *aria fissa*. Keir (1) però fu il primo che conobbe aver l'aria fissa di Blak le qualità di un acido. Priestley ne studiò in seguito le proprietà con maggiore precisione, e ne suppose anche l'esistenza nell'atmosfera. Fu quindi chiamata *acido mifitico* da Bewlay; *acido aereo* da Bergman, che aveva già adottata l'opinione di Priestley; e finalmente venne detto *acido cretoso* da Keir. Nel 1775, prima che Lavoisier avesse conosciuti gli sperimenti di Cavendisch, Fontana, Macbride e Bergman, ne estese le conoscenze sulla sua natura, determinando le proporzioni de'suoi principii con tanta precisione, che le nuove analisi di Guyton-Morveau (2), Allen e Pepys (3), e Davy (4), le hanno vieppiù confirmate. Egli diede a questa sostanza il nome di *acido carbonico*, perchè la trovò composta di carbonio ed ossigeno.

Stato Naturale.

L'acido carbonico è fra tutti gli acidi quello che trovasi più frequentemente in natura. Così esiste allo stato di combinazione in tutte le pietre *calcari*, ne'marmi, ne' terreni tutti in generale; si trova pure allo stato di gas nell' aria; si sviluppa abbondantemente in alcuni scavi

(1) Maquer, art. Air.
(2) Ann. de Chim. t. LXXXIV.
(3) Phil. Trans. 1807, et Ann. de chim. tom. LVI, p. 84.
(4) Phil. Trans., 1814, p. 557.

sotterranei, come nella così detta *grotta del cane* (1) vicino Napoli presso il lago di Agnano; dall'aria che espiriamo, nella fermentazione dà vegetali durante la notte, ec.

Estrazione.

Si ottiene facilmente questo gas mettendo in una bottiglia di vetro una quantità di carbonato di calce (marmo) in polvere, ed acido solforico allungato con 10 a 12 parti di acqua. Si adatta sull'istante un tubo di vetro fissato ad un sughero che otturi perfettamente il collo della bottiglia, e si raccoglie il gas sul mercurio.

Siccome l'azione dell'acido sul marmo è molto forte, così è buono versarne piccole quantità per volta, ed agitare il mescuglio ad ogni introduzione dell'acido; poichè il solfato di calce che si forma, impedisce la reazione dell'altro acido solforico sul marmo non iscomposto. Volendo ottener quest' acido più sollecitamente è meglio adoperar l'acido idroclorico allungato, il quale perchè forma un sale solubile colla calce, tutto il marmo viene scomposto lentamente, ed il residuo può servire per ottenerne l'idroclorato di calce. In questo caso però deve adoperarsi un apparecchio come quello della *fig. 46*, nel

---

(1) Questo nome è derivato dal che il gas acido carbonico per esser molto più pesante dell'aria atmosferica non s' innalza alla superficie della terra che all'altezza di 4 a 5 decimetri; così un cane che si obbliga ad entrare in questa grotta cade subito in asfissia, nel mentre che un uomo, la cui altezza sorpassa molto quella del gas, può impunemente entrarvi senza che soffra il menomo incomodo. Si trova pure quest' acido sciolto nella maggior parte delle acque, e soprattutto in quelle minerali così dette *acidule*, come anche si sviluppa allo stato di gas nell'atto della fermentazione ec.

Panvini, che fin dal 1817 lo esaminò attentamente, ammise formarsi dietro scomposizione delle vicine piriti, che vi esistono. Allora l'acqua, a contatto del ferro, e dello zolfo si scompone, l'ossigeno si combina allo zolfo, e forma l'acido solforico, il quale passando per la parte più bassa dove è la suddetta grotta, incontra il carbonato di calce, di cui risulta la rupe; si combina colla calce, e lascia libero il gas acido carbonico, il quale poi sviluppasi attraverso i pori di quel suolo. Panvini nel respirar quel gas per 10 secondi, provò dapprima leggieri pizzicori agli occhi, ed un prurito al naso; indi un senso di formicolamento nella faccia, nelle braccia, e nelle gambe, e dopo un affannosa, è stentata respirazione, che lo avvertì di non poter continuare impunemente l'intrapresa esperienza. (V. Il Forestiere alle Antichità di Napoli ec. pag. 13).

quale si vede il tubo ricurvo per trasportare il gas, e l'altro per introdurvi l'acido idroclorico.

La combustione ordinaria del carbone in contatto dell'aria o nel gas ossigeno, somministra anche questo gas. Lo stesso si ha colla combustione dell'etere solforico e del gas ossido di carbonio, idrogeno carbonato ec.

Proprietà.

Quest'acido è elastico ed invisibile come l'aria atmosferica. Il suo odore è piccante, ed il sapore è alquanto acido. Esso è inetto alla combustione ed alla respirazione. Il suo peso specifico è secondo Kirwan 1, 527, essendo 1, 000 quello dell'aria. Atteso questo peso così grande, il gas carbonico può versarsi facilmente da un vaso in un altro come si farebbe per un liquido. Di fatti se adattasi l'orificio di un tubo pieno di aria atmosferica su di un altro pieno di questo gas, e si rovesciano in modo che il tubo pieno del gas si trovi nella parte superiore di quello che contiene l'aria, allora quest'ultima passerà nel tubo che racchiudeva il gas, e questo prende il posto dell'aria nel tubo inferiore. Dopo ciò può anche raccogliersi questo gas facendo comunicare il tubo da cui si sviluppa in fondo di un vaso pieno di aria, perchè questa ne verrà discacciata, ed il gas acido carbonico, perchè più pesante rimarrà nel vaso ove era l'aria.

L'acqua assorbe fortemente questo gas, ma se la sua temperatura si porta a + 80° centigradi, l'assorbimento allora è debolissimo; se poi l'acqua è ad 1 a 2 gradi sopra zero, può prenderne un volume eguale al suo; e con una forte compressione fino a tre volumi; ma come ha osservato Lane, questo assorbimento si ha più prontamente mettendo in una bottiglia tant'acqua che ne occupi la metà della sua capacità, facendovi dopo passare il gas acido carbonico col metodo descritto; e quando l'aria della bottiglia è stata rimpiazzata dall'eccesso dal gas, si chiude con un sughero la sua apertura o colla palma della mano, e quindi si agita fortemente. Tutto il gas verrà assorbito, ed il vôto prodotto sarà conosciuto dal che l'orificio della bottiglia rimarrà fortemente aderente alla mano. Si ripeta quest'operazione finchè non si manifesti più questo fenomeno, e così potrà aversi un acqua sufficien-

temente saturata di questo gas, la quale porta comunemente il nome di *acqua acidula*. Quest'acqua così satura di gas lo perde interamente o col farla congelare, o entrare in ebollizione; donde ne segue, che nè il ghiaccio, nè l'acqua bollente valgono a ritenere e ad assorbire questo gas (*Priestley I. 120*).

L'ossigeno, il cloro ed il fluore, non hanno azione su l'acido carbonico. Secondo gli sperimenti di Henry, esponendo questo gas all'azione delle scintille elettriche, si scompone in parte, e si forma gas ossido di carbonio, e gas ossigeno. L'azione la più elevata di temperatura non altera il detto gas. Se però si faccia passare per tubi di porcellana roventi che contengono de' fili di ferro, o de' pezzi di carbone, il gas verrà scomposto, e si otterrà gas ossido di carbonio ed ossido di ferro, adoperando il ferro, e gas ossido di carbonio facendo uso del carbone. Il suo peso specifico è, secondo Biot ed Arago, 1, 4196 (1). Ma Thomson considera come più esatto quello di 1, 527. (*System. de chim. I. 271*).

Composizione.

L'acido carbonico è composto di 1 volume di gas ossigeno ed 1 volume di vapore di carbonio condensati in un solo volume. Calcolando poi sul peso specifico dell'acido carbonico che è di 1, 5245, e su quello dell'ossigeno, che è 1, 1026, potrà facilmente dedursi, che quest'acido è composto da 27, 67 di carbonio, e 72, 33 di ossigeno in peso, o pure,

In propor., da 1 di carbonio 76, 52 + 2 di ossigeno 200.
In atomi,.. da 1 di carbonio 76, 52 + 2 di ossigeno 200.

Cloruri di carbonio.

Per-cloruro di carbonio..

425. Faraday, facendo reagire il cloro su gli elementi dell'etere clorico (V. la seconda parte di quest' opera Art. *Eteri*), ottenne un composto cristallizzato, il quale allo

(1) Mém. de l'Inst. 1806, p. 320.

stato puro è trasparente, senza colore, ed ha un odore aromatico particolare, che ha qualche analogia con quello della canfora. Il suo sapore è molto debole, ed il suo peso specifico è circa due volte dippiù di quello dell'acqua.

Proprietà.

Il per-cloruro di carbonio non conduce punto l'elettricità. Alla temperatura di 160° si fonde, ed a 182° entra in ebollizione e si volatilizza. L'acqua non lo scioglie affatto, ma l'alcool e l'etere lo sciolgono facilmente. Riscaldato nel gas ossigeno brucia con qualche energia. La sua composizione resulta, secondo lo stesso Faraday, da 3 atomi di cloro e 2 atomi di carbonio, o da 89, 82 del primo, e 10, 18 del secondo.

Proto-cloruro.

426. Quando si riscalda fortemente in una stortina il percloruro di carbonio, esso prima si sublima e quindi si scompone; si sviluppa del cloro, ed il proto-cloruro, che si forma si volatilizza, e si condensa nel recipiente in un liquido che può ottenersi perfettamente scolorato distillandolo nuovamente.

Il proto-cloruro di carbonio è un liquido scolorato ed analogo, per l'aspetto, al proto-cloruro di fosforo. Il suo peso specifico è 1, 5526. La maggior parte degli acidi concentrati non lo alterano affatto. Esso sembra formato da 85, 5 di cloro, e da 14, 50 di carbonio. (*Annals of Philosophy*, *nouv. série*, *I*, *65*; *et Archives des découv. du 1821*, *par 1822.*)

Idro-carburo di bromo.

427. Il bromo non si combina al carbonio, ma messo in contatto col gas idrogeno percarbonato, formasi una sostanza oleosa, come l'idrocarburo di cloro, che è più pesante dell'acqua, non ha colore ed ha odore etereo più soave che quello dell'idrocarburo di cloro. Esso è scomposto ad un calor rosso e cambiasi in carbone ed acido idro-bromico. Acceso, brucia producendo gli stessi prodotti. A. 3° poi, o a 6 gradi + 0°, si solidifica e diviene duro ed alquando fragile.

Del Cianogeno o Azoto carbonato.

Istoria.

428. Gay-Lussac nel 1805 (1) scoprì un composto di azoto e carbonio a cui diede il nome di *cianogeno*, perchè brucia con fiamma turchina. Esso ha ricevuto dopo il nome di *azoto carbonato*.

Stato naturale ed estrazione.

Il cianogeno non è stato ancora trovato in natura.

Faraday avendo esposto questo gas raffreddato ad una forte pressione ottenne con la sua liquefazione un liquido scolorato, il quale divenne un' altra volta gassoso non appena le fu tolta la pressione. Lo stesso ottiensi con un freddo assai forte, ma esso non ha potuto ancora solidificarsi, §. 244 (*Ann. de Chim. et de Phys. t. XXII, p. 323.*)

Si ottiene facilmente questa sostanza riscaldando in una piccola storta un composto che era conosciuto col nome di *prussiato di mercurio*, e che noi chiameremo *cianuro* di questo metallo (V. idro-cianati), perfettamente neutro ed asciutto. Si sviluppa un gas che si raccoglie sull'apparecchio a mercurio.

Proprietà.

Questo gas è senza colore, ed è uno de' fluidi elastici permanenti infiammabili. Il suo odore è molto penetrante; arrossa leggiermente la tintura di tornasole, e brucia con bella fiamma blò porporina. L'acqua lo assorbe fortemente, poichè ne scioglie quattro volte e mezzo il suo volume, e l'alcool ventitre volte. Il fosforo, lo zolfo, ed il iodio, riscaldati in un tubo pieno di questo gas possono subblimarsi senza che lo scompongano. Il suo peso specifico, calcolato da Gay-Lussac, è di 1,8064, ma Thomson crede più esatto quello di 1,8042. Allora un decimetro cubico di questo gas, alla temperatura di 16° centigradi, e sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio, pesa 2 grani, e 0,174.

---

(1) Ann. de Chim. XCV, 172.

Composizione.

Quando si fa detonare per mezzo di una scintilla elettrica un miscuglio di cianogeno con due volte e mezzo il suo volume di gas ossigeno, posti in un tubo sul mercurio (*fig. 80*), si otterrà da 1 volume di cianogeno 2 volumi di gas acido carbonico ed 1 volume di gas azoto. E poichè 2 volumi di gas acido carbonico rappresentano 2 volumi di vapore di carbonio, ne segue che il cianogeno è formato da 2 volumi di carbonio e da 1 volume di azoto, condensati in un solo volume.

Gli stessi resultamenti si avranno se mettasi nel fondo di un tubo chiuso alla lampada, 1 parte di cianuro di mercurio secco e 10 parti di deutossido di rame, covrendo il mescuglio con uno strato di 8 a 10 linee di limatura di rame: riscaldando prima al rosso quest' ultima, e poi il mescuglio di ossido e cianuro, si otterrà allora anche da 1 volume di cianogeno 1 volume di gas azoto, e 2 volumi di acido carbonico. Quindi dopo tali resultamenti può dedursi, che se aggiungasi due volte la densità dal vapore di carbonio a quella dell' azoto, cioè a dire, 0, 8438 a 0, 9757, si otterrà 1,8195, numero che differisce pochissimo da 1, 8064, ottenuto dallo sperimento; ed in conseguenza la sua composizione deve essere,

In proporzioni, 1 di azoto 177, 02 + 2 di carbonio, 153, 04.
In atomi, ... 1 di azoto 88, 51 + 1 di carbonio, 76, 52.

Cianuro di bromo.

429. L'azione del bromo sul cianuro di mercurio è vivissima ed accompagnata da sviluppo di molto calore. Per ottenere questo cianuro è duopo operare in recipienti circondati di neve, adoperando 2 parti di cianuro di mercurio ed 1 parte di bromo. Si formano due composti distinti, un bromuro di mercurio fisso, ed un cianuro di bromo che si volatilizza nella parte superiore della storta o del tubo ove si fa l'operazione. Può anche raccogliersi nel recipiente, riscaldando leggiermente il bromuro indicato, ove si condensa sotto forma di cubi regolari e trasparenti o in lunghi aghi delicati.

Le proprietà fisiche del cianuro di bromo somigliano sì perfettamente con quelle del cianuro di iodio, da confondersi facilmente i due composti. Esso però si distingue perchè il suo odore è poco più penetrante, ed è più volatile, poichè a + 15° già si volatilizza, quandochè il cianuro di iodio ne richiede più di 100°; e perchè è anche più solubile nell'acqua e nell'alcool.

Mettendo questo cianuro in contatto di una soluzione di potassa caustica, l'acqua è scomposta e si otterrà un idrocianato ed un idrobromato che rimarranno disciolti. La sua azione su gli animali è una delle più deleterie.

Dell' ossido idrocarbonio.

430. Questo nuovo composto di ossido di carbonio ed idrogeno fu scoperto da Thomson nel 1817 (1), a cui diede il nome di *ossido idrocarbonio*. Si ottiene riscaldando in una piccola storta un mescuglio di cianuro doppio di potassio e di ferro (prussiato triplo di potassa) con tanto acido solforico quanto basti a formarne una pasta un poco molle. Il gas potrà facilmente svilupparsi anche col calore di una lampada a spirito, e si raccoglie su l'acqua.

Proprietà.

Questo gas è senza colore, il suo sapore è alquanto aromatico e lascia sulla bocca una impressione di caldo che continua per certo tempo. Il suo odore ha qualche cosa di particolare, ma non è dispiacevole. La luce e l'acqua non lo alterano. Il suo peso specifico, paragonato a quello dell'aria, è di 0, 993. Quindi un decimetro cubico di questo gas, alla temperatura di + 15°,55 centigradi, e sotto la pressione barometrica di 76 millimetri di mercurio, pesa gram. 1, 196.

Composizione.

Quando s'introduce una candela accesa in un tubo che contiene questo gas, vi si vede bruciare con fiamma turchina. Tre volumi di questo gas esiggono per la loro

(1) Thomson Supplément, p. 266.

combustione completa due volumi di gas ossigeno, ed il residuo dopo la detonazione sarà 3 volumi di gas acido carbonico; sparisce allora tutto il gas ossigeno, ed il volume del gas infiammabile che non prova sensibile alterazione, è cambiato tutto in acido carbonico ed acqua. Questo gas deve dunque esser composto di

3 volumi di ossido di carbonio }
1 volume di gas idrogeno.... } condensati in tre volumi.

Composti d'idrogeno e carbonio.

431. I chimici non sono ancora di accordo nel numero delle combinazioni dell'idrogeno col carbonio. Tutte le volte che si scompone al fuoco una sostanza vegetale o animale, o che queste subiscono la fermentazione putrida, si ottiene sempre il gas idrogeno carbonato, il quale varia nella proporzione di carbonio ed idrogeno. Lo stesso gas si sviluppa nella digestione, nel fondo delle acque stagnanti, nelle miniere di carbon fossile ec.; e dopo i recenti sperimenti di de Sausurre e Faraday, sembra che l'olio di rosa, l'olio essenziale di trementina e la nafta, siano *idruri di carbonio*, cioè composti di carbonio ed idrogeno; e finalmente, come ha osservato Faraday, comprimendo semplicemente il gas idrogeno carbonato delle illuminazioni, ottenuto dal carbon fossile, sino a 30 atmosfere, si ottiene la liquefazione di una porzione del gas, il quale contiene poi allo stato liquido diversi nuovi composti di carbonio ed idrogeno. Dopo ciò possono aversi composti di carbonio ed idrogeno allo stato solido, liquido e gassoso, ed in gran numero; ma quelli che sono stati sinora ottenuti in certo modo identici nelle loro qualità ed in proporzioni costanti sono: l'*idrogeno protocarbonato*, e *l'idrogeno bicarbonato*, detto ancora *idrogeno percarbonato*, o *gas olio-facente*.

Idrogeno protocarbonato.

432. Priestley e Cruiksanks sono stati i primi ad esaminare questo gas; ma Dalton e Thomson han fatto delle

ricerche più esatte per conoscerne la sua natura. *(Memoires of the Wernerian Society, I, 506.)*.

Stato naturale ed estrazione.

Si sviluppa questo gas nello stato pressochè puro dal fondo delle acque stagnanti, e trovasi nelle miniere di carbon fossile mescolato all'aria atmosferica, ec. Può aversi facilmente dalle prime, riempiendo una campana della stessa acqua, rimuovendone con un bastone il fondo, e mettendo dopo la campana nella direzione delle bollicine di gas che si vedranno sviluppare abbondantemente, le quali come che più leggieri si raduneranno nella parte superiore della campana suddetta.

La distillazione del legno e del carbone di terra; il passaggio che fa l'olio attraverso di un tubo di ferro rovente; il mescuglio di limatura di ferro, nero fumo, acqua ed acido solforico, danno anche questo gas infiammabile; ma con siffatti diversi processi non si ottiene sempre identico. Sembra risultare dalle sperienze di Dalton, de Sausurre, Henry, Berthollet e Thomson (1), che questo gas sia sovente mescolato al gas idrogeno, al gas ossido di carbonio, ed al carbonio idrogenato. Secondo le sperienze di Henry (2) quello che si sviluppa dalle miniere di carbon fossile, è il gas idrogeno carbonato puro; ciò che è stato anche confirmato da Davy (3). Essendo dunque questi gas, ottenuti con i processi descritti, varii sempre nella loro composizione e nel peso specifico, noi faremo porola solo di quello che si sviluppa spontaneamente dalle acque stagnanti come il più puro.

Proprietà.

Questo gas ottenuto dalle acque stagnanti, e portato allo stato di purità agitandolo con una soluzione di potassa, o coll'acqua di calce per separarne un poco di acido carbonico, non contiene che pochissima quantità di aria atmosferica, la quale può essere anche tolta col metterlo in contatto de'cilindri di fosforo. In questo stato è

(1) System. de chim. 1, 280.
(2) Nicholson Journ. XIX, 149.
(3) Phil. Trans. 1816, p. 1.

trasparente, elastico, permanente, senza sapore e senza colore; l'acqua non lo assorbe molto sensibilmente, e la sua densità è o, 5595.

Il cloro lo scompone ad un calore rosso, appropriandosi l'idrogeno, ed il carbonio viene separato. Esso brucia con fiamma gialla e spande molta luce. Quando è mescolato al gas ossigeno, ed il mescuglio s'infiamma con una scintilla elettrica o con una candela accesa, detona fortemente. Esso esige per la sua combustione completa due volte il suo volume di gas ossigeno, e produce esattamente il proprio volume di acido carbonico. Da ciò ne siegue che un volume dell' ossigeno s'impiega alla formazione dell'acido carbonico, e l'altro volume a quella dell'acqua. L'idrogeno carbonato dunque è composto, da 2 volumi d'idrogeno e da 1 volume di vapori di carbonio, condensati in un solo volume (1), ovvero

In prop., da 1 di carbonio = 76, 52 + 2 d'idrog. = 24, 87.
In atomi, da 1 di carbonio = 76, 52 + 4 d'idrog. = 24, 87.

Dietro poi l'analisi di Thomson esso risulta da

Idrogeno, o, 0694 × 2. . o, 125 × 2. . . 1
Carbonio, o, 416. . . . . o, 750. . . . . 3;

oppure da 1 atomo di carbonio e 2 atomi d'idrogeno uniti insieme, che egli considera come un *bi-idroguro di carbonio*.

Lo stesso gas è quello che dà luogo a' fuochi naturali che osservansi frequentemente in diversi luoghi, e soprattutto in Italia nel pendio settentrionale degli Appennini a Pietramala (come ho veduto ocularmente nella sera de' 12 Aprile 1827); a Valleja, Barigazzo ec.; ed in alcuni luoghi lo sviluppo del gas idrogeno carbonato è tale, che vien messo a profitto per cuocere la calce, i mattoni, ec. È stato osservato che gli ultimi depositi che il gas traversa per giugnere nell'aria, appartengono ad una

(1) Thenard. Sixième edit. vol 1. p. 132.

formazione del tutto moderna, ma s'ignora da quali terreni prende la sua origine. Dall'essersi poi veduto che in alcuni luoghi lo sviluppo di questo gas è più rapido, e formansi de' piccoli monti conici di materie fangose, ne è derivato il nome di *vulcani fangosi*.

Nuovi composti d' idrogeno e di carbonio.

433. Faraday, avendo esposto il gas idrogeno carbonato estratto dall'olio ad una pressione di 30 atmosfere, ottenne tre composti distinti di carbonio ed idrogeno, uno cioè gassoso, l'altro liquido, e l'ultimo cristallino. (*Ann. de Chim. et de Phys. v. XXX*, *268.*)

Composto gassoso.

434. Si ottiene riscaldando col calore della mano un piccolo matraccio con tubo ricurvo, che contiene il liquido ottenuto dalla compressione dell'idrogeno carbonato, raccogliendo il gas sul mercurio.

Questo gas non ha colore; la sua densità è 27 a 28 volte più grande di quella dell'idrogeno, ovvero :: 8576, : 1, 9264. Esposto ad un freddo di — 18°, si liquefà un altra volta, e può con questo mezzo anche depurarsi, quando non fosse puro, riducendolo di bel nuovo allo stato di gas col semplice calore della mano. Esso è pochissimo solubile nell'acqua; si scioglie in 6 parti di olio di olive, in 100 di acido solforico concentrato, ed in quantità più grande nell'alcool, da cui poi sviluppasi coll'aggiungervi semplicemente l'acqua, perchè riscaldasi leggiermente il mescuglio.

Composizione.

Questo gas è composto quasi dalle stesse proporzioni d'idrogeno e di carbonio che formano il gas idrogeno bicarbonato. La sua analisi si fa come quella di quest'ultimo. Un volume però del gas in esame ne domanda 6 di ossigeno per la sua completa combustione; delle quali poi 4 sono assorbite dal carbonio per formare l'acido carbonico, e 2 dall'idrogeno per la produzione dell'acqua; e poichè 2 volumi di ossigeno nell'acqua rappresentano 4 volumi d'idrogeno, e 4 volumi di gas acido carbonico rappresentano 4 volumi di vapore di carbonio, allora 1 volume del gas in

quistione contiene 4 volumi d'idrogeno e 4 volumi di vapore di carbonio. Infatti sommando insieme la densità de'4 volumi d'idrogeno e quella de'4 volumi di vapore di carbonio, si avrà quella del gas. Queste proporzioni che sembrano coincidere con quelle dell'idrogeno bicarbonato, il quale resulta da un atomo d'idrogeno e 2 di carbonio, ciò che è lo stesso di 2, a 4, contenute nel nuovo gas, si rendono poi differenti nel modo particolare in cui sono còmbinati. Così nell'idrogeno bicarbonato ciascuna particella è formata da 1 atomo di carbonio e da 2 atomi d'idrogeno, e nel nuovo gas ciascuna particella lo è da 2 atomi di carbonio e da 4 atomi d'idrogeno; fatto assai rimarchevole, il quale permetterebbe di spiegare come certe sostanze vegetali, p. e. la gomma e lo zuccaro differenti l'una dall'altra, contengano poi le stesse quantità di ossigeno, d'idrogeno, e di carbonio.

Composto cristallino.

435. Riscaldando in una piccola storta col semplice calore della mano il liquido ottenuto dal gas compresso, la sua temperatura si vede rapidamente innalzare fino a +80°, e si mantiene così per lungo tempo fra questo ed il grado 88mo; quindi raccogliendo in tubo chiuso da un estremo il prodotto della distillazione, ottenuto fra questi due gradi, ed esponendolo all'azione di un mescuglio frigorifico, si vedrà deporre dopo certo tempo una materia solida, che costituisce il *composto cristallino*. E siccome esso contiene ancora un poco di liquido, così si comprime nello stesso tubo con un poco di carta senza colla, attaccata all'estremità di un cilindro di legno o di vetro, per averlo secco e puro.

Questo composto è solido, trasparente e fragile a — 18. Si fonde a + 5, 5 e produce un liquido senza colore, che ha l'odore delle mandorle, e raffreddato a zero si cristallizza in filamenti minuti, diminuendo di $\frac{1}{9}$ del suo volume primitivo. Così la sua densità, quando è solido, è di 0, 956, ed allorchè è liquido giugne appena ad 0, 85, essendo poi quella del suo vapore 40 volte maggiore di quella dell'idrogeno, cioè 2, 7520. Esso bolle a + 80°, 5; non è conduttore dell'elettrico; si vaporizza completamente all'aria; detona fortemente allorchè unito all'ossigeno

si accende il mescuglio; e fattolo passare attraverso un tubo di porcellana rovente si scompone, si cambia in gas idrogeno più o meno carbonato, e quindi depone molto carbone. L'acqua ne scioglie pochissimo; ma negli olei fissi, nell'etere, nell'alcool e negli olei essenziali vi si scioglie in quantità maggiore, da cui poi l'acqua ne lo separa tutto ad un tratto.

L'azione del cloro sopra questa sostanza ha luogo solamente sotto l'influenza de'raggi solari; allora si producono de'fumi densi, dell'acido idroclorico, e due composti uno solido e cristallino, e l'altro liquido, che Faraday si propose meglio esaminare, credendoli solo formati dal carbonio, dal cloro, e dall'idrogeno.

Siccome dall'analisi fatta di questo composto, scomponendolo attraverso un tubo rovente di porcellana e bruciando il prodotto gassoso coll'ossigeno, resulta, che esso contiene sulla stessa quantità d'idrogeno bicarbonato 2 volte dippiù di carbonio, e 4 d'idrogeno proto-carbonato, allora dovrebbe considerarsi come un *quadri-carburo d'idrogeno.*

Composto liquido.

436. Questo composto è quello stesso che si separa dal composto cristallino. Esso è senza colore; bolle a + 35°, 5; non si congela ad un freddo di — 18°, e la sua densità alla temp. di + 15°, 5 è di 0, 86. Faraday lo credè un composto nuovo, ma dopo si vide che le proporzioni de' suoi componenti non si accordavano con quelle già stabilite nelle *proporzioni determinate. (Ann. de Chim. et de Phys.*, *XXX, 268 ; Dalton, Ann. id. XXXIII, 410, et Thénard. traité ec. 6.me édit. p. 133).*

Gas idrogeno bicarbonato, o *percarbonato.*

437. Bondt, Dieman, Van-Troostwik e Lauwerenbourg, chimici Olandesi, scoprirono questo gas nel 1794, e lo chiamarono *gas oliofacente.* Ma Davy, Berthollet, Cruiskshanhs, Thomson ed Henry ne esaminarono dopo con precisione maggiore le sue proprietà, e più recentemente de Sausurre e Dalton ne han fatto conoscere la sua

composizione. *(Ann. de Chim. XXI, p. 48, et t. LXVIII, pag. 47).*

Stato naturale ed estrazione.

Il gas idrogeno bicarbonato non è stato ancora trovato in natura. Per averlo puro si fa prima, in una piccola storta o in un matraccio, un mescuglio di 1 parte di alcool e 4 parti di acido solforico di commercio, e dopo si riscalda gradatamente sino all'ebollizione, per ottenerne lo sviluppo del gas, il quale poi si raccoglie sull'acqua. In questa reazione dell'acido su gli elementi dell'alcool, sembra che si produca la formazione dell'acqua e quella dell'idrogeno bicarbonato con gli elementi di siffatti composti contenuti nell'alcool; mentre questo, come conosceremo, è composto da 100 parti d'idrogeno bicarbonato e 63, 58 di acqua in peso, ovvero da 1 volume di vapore di acqua, che è quello che si unisce all'acido solforico, e da 1 volume d'idrogeno bicarbonato, che è l'altro il quale si sviluppa.

Proprietà.

Questo gas è invisibile ed elastico come l'aria. Appena ottenuto ha un odore poco sensibile di empireuma, e quando si sviluppa è come quello dell'etere solforico, ma lavato più volte con soluzione di potassa caustica può aversi privo di odore. Esso s'infiamma come l'idrogeno protocarbonato, ma brucia con più energia e con uno sviluppo maggiore di luce. Il suo peso specifico, calcolato da Thomson, è di 0, 6745, che Sausurre porta a 0, 9852, ed Henry a 0, 967. L'acqua, secondo Dalton, ne assorbe appena $\frac{1}{12}$ del suo volume, e secondo Sausurre 100 parti di questo liquido possono scioglierne 15, 3 di gas idrogeno bicarbonato.

Quando si fanno passare molte scintille elettriche in un tubo che contiene il gas idrogeno bicarbonato, questo si dilata in modo che 1 volume aumenta circa del doppio; dopo si scompone, e depone il carbone, come quando si fa passare attraverso tubi roventi di vetro o di porcellana (1).

(1) Philosoph. chim. de M. Dalton, 2. partie p. 441.

Il cloro esercita grande azione su questo gas. Così quando si fa un mescuglio di 2 volumi di cloro ed 1 volume d'idrogeno bicarbonato, infiammando il mescuglio con una candela accesa, o esponendolo a'raggi diretti del sole, vi ha detonazione, formazione dell'acido idroclorico, e deposito di carbone. Ma se facciasi in un tubo pieno di acqua un mescuglio di volumi eguali di questo gas e di cloro, introducendo prima quest'ultimo, vi avrà condensazione completa del volume de'due gas, il tubo verrà ripieno di acqua, che è assorbita lentamente, e si otterrà una sostanza galleggiante dell'apparenza dell'olio, che Thomson chiamò *idrocarburo di cloro*, e che trovò quasi analoga all'etere clorico. Lo stesso composto può anche aversi facendo comunicare i due gas in fondo di un recipiente di vetro, operando però in modo che non vi passi un eccesso d'idrogeno bicarbonato, perchè allora si otterrebbe invece l'acido idroclorico.

L'idrocarburo di cloro lavato con poca acqua è limpido, senza colore, ha odore piacevole, e sapore leggermente zuccherino. Il suo peso specifico, determinato alla temperatura di + 7° cent., è 1, 2201. Alla temp. di 9°, 3 della stessa scala, la forza elastica del suo vapore può fare equilibrio ad una colonna di mercurio di 62, 65 centim. Allora il peso specifico di questo vapore, prendendo l'aria per unità, è :: 1, 000 : 3, 4434. Dopo ciò l'idrocarburo di cloro bolle alla temp. di 66°, 74 centigr. Se poi riscaldasi in un cucchiajo di argento sino a che si riduce in vapori, e quindi vi si accosti una candela accesa, s'infiamma e spande una luce tinta di verde con de'fumi neri e densi, accompagnati da un vapore piccante.

L'idrocarburo di cloro, dietro l'analisi di Robiquet e Colin, è composto da volumi eguali di cloro ed idrogeno bicarbonato, ed in peso da 200 di cloro + 38, 88 di gas idrogeno bicarbonato; ovvero da 1 atomo di cloro = 4, 50, + 2 atomi di carbonio = 1, 50, + 2 atomi d'idrogeno = 0, 25, che danno 18 del primo, 6 del secondo, ed 1 dell'ultimo. *(Ann. de chim. et de Phys. t. I, et II.)*

L'ossigeno e l'aria non iscompongono questo gas che ad una temp. alquanto elevata. Allorchè poi si accende in contatto dell'aria vi brucia placidamente; ma se fac-

ciasi un mescuglio di 4 volumi di ossigeno ed 1 volume del gas in esame e si accenda con una candela, la sua combustione sarà seguita da una delle più violenti detonazioni.

Lo zolfo scompone anche l' idrogeno bicarbonato. Quando in una campana ricurva sul mercurio s' introduce prima questo gas, e dopo un poco di zolfo, riscaldandovi quest' ultimo si otterrà idrogeno solforato e deposito di carbone.

Composizione.

Introducendo nell' eudiometro a mercurio molto spesso 1 volume d' idrogeno bicarbonato e 5 volumi di ossigeno, ed accendendo il mescuglio colla scintilla elettrica si otterrà dopo la detonazione acqua ed acido carbonico unito all'eccesso di ossigeno. Il residuo gassoso agitato per poco con una soluzione di potassa, somministra per residuo ossigeno allo stato di gas, poichè l'acido carbonico sarà completamente assorbito dalla soluzione alcalina. Operando con queste proporzioni si avranno in resultamento, 2 volumi di gas carbonico ed un residuo di 2 volumi di ossigeno. E poichè due volumi di gas carbonico rappresentano 1 volume di ossigeno, allora de' 3 volumi di ossigeno assorbiti da 1 volume d'idrogeno bicarbonato, 1 lo sarà stato dal carbonio e 2 dall'idrogeno. Dietro una siffatta analisi la sua composizione è,

In proporzioni, 1 di carbonio, 76, 52 + 1 d'idrogeno 12 435
In atomi, ... 1 di carbonio, 76, 52 + 2 d'idrogeno 12, 435

Dell' idrogeno quadricarbonato.

438. È questo il gas che si crede contenere due volte dippiù di carbonio dell' *idrogeno bicarbonato* e 4 volte dippiù dell' idrogeno *protocarbonato*, a cui deve il suo nome. Desso è che serve per le illuminazioni fatte con i candelieri portatili, nei quali il gas vi è contenuto fortemente compresso, e che si ottiene mercè le differenti sostanze oleose, e particolarmente coll' olio di pesce. Il gas estratto da tali sostanze, è probabile che debba la sua superiorità agli altri sinora adoperati per le *illuminazioni a gas*, e ad una porzione di olio essenziale em-

pireumatico infiammabilissimo, che è quello che le comunica l'odore dispiacevole e piccante di grasso distillato.

L'applicazione dell'idrogeno carbonato per le illuminazioni sembra che sia dovuta a Murdoc di Birmingam, o piuttosto all'igegnere francese Lebon, che ottenne il primo gas infiammabile distillando il legno in vasi chiusi. L'apparecchio, che egli chiamò *tormo-lampa*, dava nello stesso tempo il carbone di legno, il gas per le illuminazioni, ed il calore necessario al riscaldamento delle stufe e degli appartamenti. Questo apparecchio ricevè dopo molte importanti modificazioni, ed i saggi onde illuminare le strade mediante questo gas, sostituendolo così all'olio, fatti prima a Birmingam ed a Capenague, furono poco dopo generalizzati. Le strade della ben nota grandiosa città di Londra sono ora tutte illuminate dal gas nel corso della notte, e l'effetto, come ho veduto sopra luogo, è sorprendentissimo, tanto per la quantità di luce quanto per lo lusso con cui le lampadi sono costrutte.

L'estrazione del gas si fa più generalmente dal carbon fossile. L'operazione consiste nel riscaldarlo fortemente nei cilindri schiacciati di ferro fuso, che fanno le veci di storte, e da dove può ritirarsi il carbone già bruciato che dà il *coak* e sostituirne l'altro: il gas che si ottiene viene considerato come un mescuglio di gas idrogeno più o meno carbonato, gas ossido di carbonio, idrogeno solforato, vapori ammoniacali, altre sostanze gassose ed un olio empireumatico fetido. Si depura facendolo passare successivamente nel tratto della sua estrazione attraverso l'acqua, affinchè deponga i vapori ammoniacali ed una specie di catrame (*goudron*) che vi si condensano per la maggior parte; dopo si dirigge sotto una grande caldaja di ferro fuso, nella quale ad una certa altezza vi è del fieno umido con la calce spenta, onde il gas possa facilmente passarvi attraverso, e deporre così il restante vapore ammoniacale fetido, l'idrogeno solforato, l'acido carbonico, ec. La parte superiore della caldaja è chiusa da un coverchio che s'immerge col suo orlo in quello dell'orificio della caldaja medesima in cui si contiene l'acqua, affinchè sia facilmente

mobile, e chiuda ermeticamente per non fare disperdere il gas: quest'ultimo si porta sotto de' grandi gassometri, da dove si fa passare, mediante tubi di ferro fuso che sono sotto il pavimento delle strade, ne' luoghi ove si vuole usare per illuminazione.

I vantaggi che sinora ha arrecati, soprattutto in rapporto all'economia, questo nuovo modo d'illuminare le sale dei spettacoli, le strade, i grandi stabilimenti, i *bazzar*, i *passaggi*, le botteghe, in Parigi, in Londra, ec. sono superiori a quelli ottenuti dall'olio, ed ora generalmente conosciuti (1).

Acido idrocianico, o *prussico*.

439. Quest'acido è stato l'oggetto delle ricerche di un gran numero di chimici. Scoperto da Schéele nel 1780 nel *turchino di Prussia* fu prima chiamato *acido prussi-*

(1) Onde farsi un idea di questi vantaggi basta riflettere, che da un conto dell'illuminazione dell'ospedale *Saint-Louis* in Parigi, pubblicato da Peligot direttore di quello stabilimento, rilevasi, che l'illuminazione fatta prima ad olio costava 8000, e quella ora rimpiazzata dal gas si eleva appena a 3084, fr. 38 cent., ciò che prova esservi un risparmio di 4915 franchi e 62 cent.

L'apparecchio necessario per dare la stessa quantità di gas costerebbe al più 40,000 fr.; dalla qual somma sottraendone l'interesse al 10 per 100, vi rimarrebbe ancora il vantaggio di 915 fr. 62 cent.; e siccome la quantità di luce somministrata dal gas è assai superiore a quella ottenuta dall'olio, allora la differenza reale è molto più grande di quella che presenta il conto indicato.

L'ospedale di *Saint-Louis* è ora illuminato da 125 lampadi di una forza superiore a quelle prima alimentate dall'olio. La quantità di gas somministrata dal carbon fossile di *S.-Etienne* (*huille*), dal conto fatto, risulta di 4, 48 piedi cubici per chilogramma, quandochè il carbone di qualità superiore ne darebbe 5 a 6 piedi cubici. La quantità di combustibile adoperato è di chil. 66, 04 per 100 chil. di carbone distillato; e nelle fabbriche più in grande, dove un fuoco alimenta la distallazione di 5 a 7 storte di ferro invece di una solamente, questa quantità di combustibile è appena di 30 per 100 di quella del carbone distillato. Dippiù, la spesa totale per ottenere 716, 670 piedi cubici di gas è di 16255, 98 franc.; ma dalla quantità del carbon fossile distillato che si eleva a 1, 999 ettogrammi, il cui importo è di 9338, 83 fr. ed a quella che serve come combustibile, cioè 1, 120 ettogram. il cui costo è 4707, 15 fr., si ottengono de' prodotti il cui importo compensa in certo modo la spesa. Così, si hanno 2, 920 ettogram. di coke, che a 3 fr. 43 cent. imp. 10, 019, 25; dippiù 7, 204 chil. id., 1, 801, 15; *goudron* ed olio essenziale, 1, 351, 20, che formano un totale di 13171, 60.

co, poi *acido idrocianico*, e quindi venne considerato come *idracido*, dopo che da Gay-Lussac ne fu conosciuto il suo radicale, a cui diede il nome di *cianogeno* (Vol. I, §. 420; *Ann. de chim. t. LXXVII*, *et XCV*). Esso è stato più recentemente esaminato da Proust (*Ann. de chim. t. LX*), Porret (*Ann. de Chim. et de Phys. t. I*, *et XII*), Vauquelin (*Ann. de Chim. et de Phys. t. IX*), Robiquet (*Ann. de Chim. et de Phys. t. XVII*), e Berzélius (*Ann. de Chim. et de Phys. t. XV*).

L'acido idrocianico sembra esistere in molti prodotti organici vegetali, ma sinora è stato trovato solamente nelle foglie di lauro ceraso, (*prunus laurocerasus*) nelle mandorle amare (*amygdalus comunis*), nelle mandorle delle ciriege nere, nelle foglie e ne' fiori di pesco, e probabilmente in tutti gli altri noccioli di frutte, ed in molte cortecce. Esso forma presso a poco tutta la sostanza dell'olio essenziale del lauroceraso e delle mandorle amare, e si produce quasi sempre nella scomposizione delle sostanze animali operata dal fuoco. Per averlo possono eseguirsi vari processi. Sono però da preferirsi quelli di Schéele, Vauquelin, Robiquet di Gautier, e quello di Gay-Lussac, col quale l'acido si ha anidro.

440. *Processo di Schéele.* — Si fa bollire per 1/4 di ora in una capsola di porcellana un miscuglio di 128 parti di buono azzurro di Prussia, 64 parti di perossido di mercurio (precipitato rosso), e 500 parti di acqua distillata. Si filtra, ed il sedimento sul filtro si lava con altre 128 parti di acqua distillata bollente. A' liquori filtrati posti in un matraccio, i quali contengono il cianuro di mercurio, si aggiungono 96 parti di limatura recente di ferro, 24 parti di acido solforico a 66° e 24 parti di acqua. Agitando il miscuglio, e lasciandolo in riposo immerso nell'acqua fredda per lo spazio di un ora, si avrà un deposito di mercurio; ed il liquido che contiene solfato di ferro ed acido idrocianico, formatosi mercè l'idrogeno dell'acqua scomposta ed il cianogeno del cianuro di mercurio, si distilla sino a che si otterranno 192 parti di acido idrocianico. L'apparecchio si compone di una storta ed un ricipiente tubolato, che si unisce per mezzo di un allunga e di un tubo di sicu-

rezza il quale s' immerge in una bottiglia che contiene l' acqua. Siccome l'acido che distilla nel recipiente, cui si mantiene freddo, è sovente alterato da poca materia colorante, così distillasi un' altra volta sopra 8 parti di carbonato di calce, sino a che passino nel recipiente 120 parti. L' acido ottenuto si conserva in bocce esattamente chiuse, e coverte esternamente di carta nera.

441. *Processo di Vauquelin.* — Si sciolgono in 800 parti di acqua distillata 100 parti di cianuro di mercurio, preparato con 500 parti di buono azzurro di Prussia e 250 parti di perossido di mercurio (V. questo cianuro al §. 1583), e si scompone la soluzione con idrogeno solforato in quantità un poco più di quella che basti per saturarla. Si filtra il liquore, il quale siccome trovasi composto di acido idrocianico unito a poco idrogeno solforato, si separerà quest' ultimo con poco carbonato di piombo in polvere, sino a che cessi di annerirsi. Il liquore filtrato di nuovo conterrà l' acido idrocianico puro e della stessa densità di quello di Schéele. Questo processo è da preferirsi agli altri, perchè più pronto ad eseguirsi e meno dispendioso.

442. *Processo di Proust.* — È presso a poco analogo al precedente. Si sciolgono 100 parti di cianuro di mercurio in 800 parti di acqua distillata, si scompone la soluzione con un eccesso di acido idrosolforico, si agita dopo il liquore con alquanto carbonato basico di piombo in polvere, e si filtra. L' acido idrocianico ottenuto è della densità di 0, 900.

443. *Processo di Robiquet.* — Questo processo è come il precedente, ma l' autore per avere l' acido della densità di quello di Schéele vi aggiunge l' eguale peso di acqua distillata. Allora la sua densità è = 0, 900.

444. *Processo di Gay-Lussac.* — Consiste nello scomporre il deutocianuro di mercurio con due terzi del suo peso di acido idroclorico leggiermente fumante. Formasi così l' acido idrocianico col cianogeno del cianuro e coll' idrogèno dell' acido, e cloruro di mercurio: il primo perchè volatile si separa facilmente colla distillazione, l' altro rimane nella storta perchè fisso. L' apparecchio si compone di una storta tubolata, di un

tubo lungo almeno 6 decimetri, piegato in un estremità ad angolo per immergersi in una bottiglia, avendo l'altra dritta che comunica col collo della storta che sarà ripiena pei due terzi di cloruro di calcio in frammenti, ed un terzo di marmo in pezzetti. Posto il cianuro nella storta (almeno 200 grammi), si versa l'acido per un tubo a doppia curvatura poco per volta, e si circonda di neve il tubo e la bottiglia, procedendo con precauzione e con una lenta temperatura alla distallazione. Appena la reazione avrà luogo, si volatilizza l'acido idrocianico e l'acido idroclorico, i quali restano nel tubo assieme coll'acqua. Allorchè la quantità dell'acqua sembrasse molto sensibile, si sospende l'operazione, si toglie il ghiaccio dal tubo, si riscalda leggiermente, e così l'acido idroclorico rimarrà combinato alla calce, l'acqua al cloruro di calcio, e l'acido idrocianico volatilizzandosi si condenserà nel recipiente. È duopo evitare la respirazione dell'acido che si ha con questo processo, perchè come molto concentrato potrebbe essere sommamente nocivo.

445. *Processo di Gautier.* — Si fa fondere in vasi chiusi il cianuro di ferro e di potassio (prussiato di potassa purificato). Con ciò il cianuro di ferro (protocianuro) si scompone, e nella massa fusa si troverà invece un mescuglio di cianuro di potassio e carburo di ferro: la massa polverizza si mette in un matraccio, e dopo averla umettata leggiermente vi si aggiugne a poco a poco l'acido idroclorico. Allora, avendo immerso il matraccio nell'acqua calda, e già adattato al suo collo un tubo ricurvo onde raccogliere il gas, questo si farà passare pel cloruro di calcio affinchè si ottenga *anidro*, e quindi si condensa come nel processo di Gay-Lussac.

Proprietà.

L'acido idrocianico puro è liquido, trasparente e senza colore; ha sapore prima fresco e poi acre ed irritante; il suo adore è sì forte, che produce nell'istante dolore di testa, ed allorchè è più allungato si rende analogo a quello delle mandorle amare. La sua densità a $+7°$, è di 0,6969, e quella del suo vapore 0,94760. Esso cambia leggiermente in rosso il tornasole.

Quest'acido allorchè è anidro brucia all'accostarvisi

una candela accesa; bolle a + 26, 5 gradi centig. sotto una pressione di 0m 76, ed a + 10° può il suo vapore sostenere una colonna di mercurio di 0m, 38. La sua congelazione può avvenire a — 15°, e quando si versa a gocce sulla carta, la prima porzione vaporizzandosi istantaneamente produce un freddo capace da far congelare e cristallizzare l'altra; effetto che si ottiene anche con un miscuglio frigorifico, composto di 2 parti e mezzo di ghiaccio ed 1 parte di sal comune, in cui s'immerge un vaso che lo contiene; in questo caso cristallizza come il nitrato di ammoniaca. Allorchè viene esposto all'azione della pila, l'idrogeno si porta al polo negativo ed il cianogeno al polo positivo. Conservato anche in vasi chiusi si scompone, e rare volte si mantiene 12 a 15 giorni, percui è duopo prepararlo allorchè deve servire. Dopo la sua scomposizione spontanèa trovasi cambiato in carbonio unito a poco azoto, ed in idrocianato di ammoniaca. Facendolo poi attraversare un tubo rovente di porcellana, viene in parte scomposto, e si ottiene in resultamento un leggiero deposito di carbone, idrogeno, un poco di gas azoto, e cianogeno unito a molto acido non iscomposto.

L'iodio, il fosforo ed il solfo possono sublimarsi nel vapore di quest'acido senza scomporlo; il solfo però lo assorbe in parte, e formasi un composto solido, che si crede una combinazione di cianogeno ed idrogeno solforato.

L'acqua e l'alcool si uniscono in tutte proporzioni a quest'acido; allorchè però esso trovasi molto concentrato portasi come un olio sull'acqua. Il cloro lo scompone, si appropria dell'idrogeno e forma col cianogeno l'acido *clorocianico.*

Fra tutt'i metalli il potassio è quello che vi esercita un'azione più energica. Allorchè si riscalda in un eccesso di vapore di acido idrocianico una quantità di potassio, capace da produrre coll'acqua 50 misure di gas idrogeno, formasi cianuro di potassio; e se questo mettesi in contatto dell'acqua la scompone, si cambia in idrocianato di potassa, e tutto l'idrogeno viene sviluppato.

Introducendo questo gas puro e concentrato col ferro

sotto una provetta piena di mercurio, non vi ha reazione alcuna; ma se però vi si fa passare dell'acqua, sviluppasi gas idrogeno, il ferro si ossida, e formasi il *turchino di Prussia.* (Vauquelin). Gli ossidi secchi che ritengono fortemente l'ossigeno, ne sviluppano l'idrogeno e vi formano de'composti di cianogeno e di ossidi; quelli poi che sono uniti con poco affinità all'ossigeno, formano coll'idrogeno dell'acido l'acqua, e ne resulta un cianuro col metallo. Per la via umida poi, i primi formano con quest'acido degl'idrocianati, e gli ultimi vi agiscono egualmente. Non si conosce con molta precisione la sua azione sopra gli altri acidi. Esso scompone un piccol numero di soluzioni saline, cioè i protosali di mercurio, ne' quali ne riduce l'ossido coll'idrogeno, e vi forma un cianuro; così il nitrato di argento viene precipitato in turchino; il carbonato acido di ferro è precipitato in verde, che poi diviene azzurro, e le soluzioni de' solfuri idrogenati e quella di sapone vengono intorbidate più o meno fortemente.

Composizione. — La composizione dell' acido idrocianico si determina facilmente, dappoichè basta far passare una quantità conosciuta di acido attraverso un tubo rovente di porcellana, che contiene il ferro, perchè tutto l'acido venga scomposto, e così si avrà un deposito di carbone, ed un mescuglio di gas idrogeno e gas azoto in volumi eguali. Sostituendo al ferro l'ossido di rame, si avranno due volumi di acido carbonico ed un volume di azoto. Dopo ciò esso è stato trovato composto da 1 volume di vapore di carbone, 1/2 volume d' idrogeno, e 1/2 volume di azoto, condensati in un sol volume; ovvero da 1/2 volume di cianogeno e 1/2 volume d' idrogeno. In peso poi da

Carb. 44, 27 + Azoto 52, 08 + Idrog. 3, 65 = 100.

Azione sull' economia animale. — Resulta dagli sperimenti di Coulon, Emmert (*Ann. de Chim. tom. LXXII, p. 103*), Orfila, e Magendie (*Ann. de Chim. et de Phys. tom. VI, p. 420*), che l'acido idrocianico fra tutte le sostanze venefiche vegetali sia il veleno più violente. Fu

sufficiente mettere una sola goccia di quest' acido concentrato nella gola di un forte cane, perchè appena l'acido toccasse la lingua, che l' animale dopo due grandi ispirazioni cadesse morto sull' istante. In un secondo sperimento avendo applicata qualche goccia dello stesso acido sull' occhio di un altro cane, gli effetti furono anche gli stessi. Essendosi poi injettato nella vena jugolare di un altro cane una goccia di acido allungato da quattro goccia di alcool, l' animale morì all' istante, *come se fosse stato colpito da una palla di cannone, o dal fulmine*. Dopo ciò si conosce che debbe evitarsi l' azione de' suoi vapori, e che esso agisce distruggendo la sensibilità e la contrattilità volontaria de' muscoli, da cui ne segue la morte, che sarà più pronta per quanto la circolazione è più avvanzata. Nell' autopsia non si rinvengono tracce molto sensibili del veleno (1).

Non si conoscono antidoti sicuri negli avvelenamenti prodotti da quest' acido. Si è proposto la soluzione di teriaca, l'olio di oliva, l'infuso di caffè, il latte, la tintura marziale, ed i carbonati alcalini; ma Murray ammette di preferenza l'ammoniaca liquida allungata nell' acqua.

Usi. — L' acido idrocianico dato cautamente è utile in più malattie del petto, e Magendie ne ha il primo fatta nel 1817, la più felice applicazione nelle irritazioni dell' energia del cuore, e nella tisi al primo grado. Questo fisiologo nel suo *Formulario speciale* rapporta la formola sul modo di amministrare quest' acido. Egli chiama *acido idrocianicò medicinale* l' acido ottenuto col processo di Gay-Lussac allungato con 8, 5 parti di acqua pura; quindi con questo ne prepara una *pozione pettorale*, composta da 1 dramma di acido idrocianico medicinale, 1 libbra di acqua distillata, ed 1 oncia di zuccaro puro, la quale si può dare alle dose di 2 ad 8 cucchiaj nell' intervento di 20 ore. *(Ann. de Chim. et de Phys. VI, p. 347)*.

(1) Rapportasi da Orfila e da Ure, che Scharinger, Professore a Vienna, avendo disteso sul suo braccio nudo una certa quantità di acido prussico puro e concentrato che egli stesso aveva preparato 6 a 7 mesi innanzi, avvenne che la sua azione venefica fu così grande, che poco tempo dopo gliene recò la morte (Ure Diction. t. 1. p. 264).

Sezione XI.

Del fosforo.

446. Brandt, chimico in Hambourg, occupato ad ottener dall' orina umana un liquido capace di mutare l'argento in oro, vi scoprì nel 1669 accidentalmente invece una sostanza maravigliosa per le sue qualità, che chiamò *fosforo*, cioè *porta-luce* (1). Kunkel, chimico distinto di Allemagna, avendone ricevuto un pezzo da Brandt, lo mostrò al suo amico Kraft a Dresda. Quest' ultimo premuroso di sapere il modo di ottenerlo, si portò in Hambourg, e mediante 200 *dollars* ne comprò il secreto dallo stesso Brandt, a cui promise che non lo avrebbe rivelato ad alcuna persona. Kraft fece conoscere il suo fosforo in Inghilterra ed in Francia, sperando procurarsi in tal modo una buona fortuna; ma Kunkel dispiaciuto della condotta dell' amico, intraprese molte sperienze onde ottenere il fosforo, e vi pervenne nel 1674 (2). Questa sostanza prese allora il nome di *fosforo* di *Kunkel*, che conserva ancora, poichè egli lo scoprì direttamente, ignorando il processo di Brandt. Boyle e Sthal prepararono in seguito il fosforo, ma si assicura che Boyle avesse ottenuta questa sostanza prima di Brandt (3), e che God-frey-Haukwitz, assistente di Boyle e farmacista in Londra, preparasse da lungo tempo il fosforo; egli è certo però che fino al 1737 il processo per ottenerlo era un arcano (4). In quest'epoca uno straniero, di cui s'ignora il nome, essendosi recato a Parigi, ottenne dal governo un compenso per aver comunicato il processo del fosforo: egli ne eseguì lo sperimento innanzi ad Hellot, Dufay, Geoffray, e Duhamel, e quindi fu reso pubblico per le stampe da Hellot nello stesso anno, nelle memorie dell' Accademia delle scienze del 1737.

---

(1) Homberg, Mem. Par. 1684.
(2) Kuukel, Laboratorium chimicum p. 160.
(3) Boyle's works obridged, bysthaw. III, 174.
(4) Sthal, Fundam. chim. II, 58.

Questo processo, che consisteva nel riscaldare fortemente l'estratto secco di orina animale, somministrava una quantità sì tenue di fosforo, che passava per una sostanza rarissima, e non si possedeva che in qualche gabinetti d'istoria naturale di Europa. Margraf propose poco dopo un processo più facile, aggiungendo un sale di piombo all'estratto di urina e calcinando il mescuglio col carbone. Ma Gahn, chimico svedese, scovrì nel 1769 il fosforo nelle ossa, e Schéele ne indicò dopo un processo più semplice e ragionato per ottenerlo (*Bergman's notes on Scheffer. P. 208. édition de 1741.*)

Hoffman, Margraf, Pellettier e Lavoisier fecero quindi conoscere con un seguito d'importanti sperimenti la maggior parte delle combinazioni del fosforo colle altre sostanze, e le sue più rilevanti proprietà. Ma Davy, Gay-Lussac e Thénard (1), Vogel (2), Dulong (3), e Berzélius (4), ne han completato dopo con maggior precisione lo studio sì pe' suoi composti, che per la sua natura.

Stato naturale.

Il fosforo non si è trovato ancora allo stato di purità, probabilmente perchè ha grande affinità coll'ossigeno dell'aria e perchè entra facilmente in combustione. Trovasi nello stato di acido fosforico combinato alla calce, con cui forma la parte predominante delle ossa animali e la loro solidità: si rinviene puro nel latte del pesce di acqua dolce detto *carpione*, nella sua materia cerebrale, e ne' nervi; e finalmente nel fosfato di calce che naturalmente si rinviene in Estrematura nella Spagna. Si sviluppa allo stato di un gas luminoso unito all'idrogeno nella putrefazione delle sostanze animali; ed è probabile che accompagni la materia luminosa di alcuni animali.

Estrazione.

Il processo più comune per ottenere il fosforo è il se-

(1) Ann. de chim. XXXVI, 225.
(2) Ibid. XXXV, 225.
(3) Ann. de chim. et de phys. 11, 141.
(4) Ann. of phylosophy. VIII, 87.

guente : Si mettano in un gran vaso di argilla cotta 10 libbre di polvere di ossa di montone o di bue calcinate al bianco, vi si versa tant' acqua da farne una pasta molle; e quindi vi si uniscano poco per volta 5 libbre di acido solforico (1) di commercio, agitando il mescuglio con un bastone di vetro. Essendo le ossa calcinate composte di 76 parti di fosfato di calce e 20 di carbonato di calce, si sviluppa molto acido carbonico, e formasi un solfato ed un fosfato acido di calce. Si aggiunga al mescuglio altra quantità di acqua sino che acquisti la consistenza di una pasta molle, si lasci per ore 24, e dopo si stempri tutta questa massa nell'acqua calda, e si filtri il liquido per tela fitta, lavando il residuo finchè le acque si ottengano appena acide. Il fosfato acido di calce allora verrà sciolto, ed una buona porzione di solfato rimarrà sul filtro. Separata la maggior parte di quest' ultimo, si svaporino i liquidi in una caldaja di piombo o di rame fino a consistenza sciropposa: si aggiunga su questa massa 4 a 5 volte il suo peso di acqua, si filtri, ed il sedimento sul filtro, che è il solfato di calce, si lavi finchè le acque non escano acide, e si svaporino una seconda volta a consistenza sciropposa. Ottenuto così quello che dicesi *estratto fosforico*, che è formato quasi interamente di *fosfato acidissimo di calce*, si mescoli col quarto del suo peso di polvere di carbone, e si calcini il mescuglio ad un calor rosso in un vaso di ferro fino al totale disseccamento. Si riduca dopo in polvere, si metta in una storta di *grès*, o di vetro lutata con un mescuglio di quarzo ed argilla bianca, e quindi coverta da uno strato di luto ordinario. Alla storta posta su di un fornello di riverbero, si adatti un allunga di rame che si fa immergere appena nella superficie dell' acqua contenuta in una

(1) Si adoperavano prima sopra 12 parti di ossa 10 di acido, ma J. Javal fa osservare che non bisogna impiegare più di un quinto del peso delle ossa di acido solforico, mentre la proporzione di cui si è fatto uso sinora lascia molto acido solforico in libertà, il quale poi impedisce la scomposizione dell'acido fosforico col carbone. (*Ann. de Chim. et de Phys. tom. XIV*, *pag.* 207.)

bottiglia, ed a questa si applichi un tubo dritto e lungo almeno 2 a 3 piedi, il quale serve per dare l'uscita libera alle sostanze gassose che possono svilupparsi dalla storta.

L'apparecchio essendo così disposto e lutate le giunture, si riscaldi la storta poco per volta finchè divenga rovente. Si sviluppa del gas idrogeno carbonato, ed elasso lo spazio almeno di 4 ore, il fosforo comincia a distillare. Allora accade lo sviluppo del gas ossido di carbonio, proveguente dall' ossigeno dell' acido fosforico che si scompone, e gas idrogeno perosforato che s' infiamma e serve di guida nel corso dell' operazione, mentre dal suo rallentamento si conosce doversi aumentare la temperatura, la quale poi si dovrà così proseguir fino a che non distilla più fosforo.

Il fosforo così ottenuto non è puro, poichè contiene sovente del carbone. Si depura o comprimendolo sotto dell'acqua calda nella pella di camoscio, o distillandolo nuovamente in una piccola storta di vetro, operando sopra 2 a 3 once di fosforo per volta.

Il fosforo sia in masse che in cilindri si dee conservare nell' acqua e lontano dalla luce. Questi ultimi si ottengono facilmente mettendo il fosforo in un vaso di vetro che contiene l'acqua riscaldata da + 50, a + 60 centig., immergendo un tubo di vetro aperto nel fondo del vaso in contatto del fosforo fuso, ed aspirandone l' aria affinchè il fosforo ascendi nel tubo, e si solidifichi in poco tempo. Si cacciano allora i cilindri, si tagliano in quella lunghezza che si desiderano, e si conservano nell'acqua.

Proprietà.

Il fosforo puro, è trasparente e perfettamente scolorato. Thénard ha però conosciuto, che il colore nel fosforo può dipendere anche da un raffreddamento più o meno rapido quando si condensa. Il suo odore è analogo a quello dell' aglio, o dell'arsenico in vapore. La sua densità è come quella della cera, percui è flessibile allorchè la temp. dell' aria è da 18° a 20°, ed è fragile quando la temp. è a 4°, oppure 5° centig. Il suo peso specifico è 1, 77.

Il fosforo posto nell' oscurità ha la proprietà di esser luminoso (a cui deve il suo nome, che significa *porta-luce*), combinandosi lentamente all' ossigeno, senza entrare in viva combustione. Alla temperatura di 37° centigradi si fonde, ma a 62° brucia rapidamente essendo in contatto dell' aria. Se quando è in fusione sotto dell' acqua vi si fa passare, per mezzo di un tubo dritto attaccato ad una vescica, una corrente di aria atmosferica in essa contenuta, si produce la sua combustione e lo sviluppo di molta luce. Questo effetto è più energico quando invece di aria si adopera il gas ossigeno, ed il resultamento sarà l' acido fosforico che rimane sciolto nell' acqua.

L' ossigeno puro e secco non ha azione sul fosforo alla temperatura ordinaria, e nell' oscurità non apparisce luminoso: appena però s' introduce il gas azoto, il gas idrogeno o il gas acido carbonico nel tubo che lo contiene, vi ha sviluppo di luce. Riscaldato poi a + 27° centigradi nel gas ossigeno, brucia con grande vivacità. Da ciò vi ha luogo a credere, che questi gas abbiano la proprietà di sciogliere il fosforo, e che presentandolo all' ossigeno allo stato di somma tenuità, ne accada la sua combustione.

Usi. Il fosforo serve in chimica per analizzar l' aria, ad ottenere molti composti particolari, ed a preparare i così detti *fucili* o *acciarini fosforici*, de' quali l' uso pare che non sia più così frequente dopo la scoverta delle *allumette ossigenate* (V. clorato di potassa).

Il fosforo si comporta sull' economia animale come un eccitante violente in generale. Esso agisce particolarmente irritando gli organi della generazione, ma la sua azione è istantanea e poco durevole; effetti che sono stati provati da Alfonzo Leroy, da Pellettier e Bouttaz. Giova pure in molte malattie, come in quelle nelle quali vi è duopo d' un momentaneo eccitamento in modo intensissimo. In questi casi si dà sciolto nell' etere, a cui si aggiunge poco olio aromatico, ma non più di 1 grano per giorno. È adoperato anche esternamente sciolto nell' olio di mandorle, ma di ciò sarà fatto parola nel trattato degli olei. (V. Chim. vegetale art. *Olei*).

Composti di fosforo ed ossigeno.

447. Il fosforo forma coll' ossigeno due ossidi, e quattro acidi distinti, cioè l' *ossido bianco*, l' *ossido rosso*; e gli *acidi*, come sono classificati da Dulong nell' ordine seguente:

1 Acido ipofosforoso, 3 Acido fosfatico,
2 Acido fosforoso, 4 Acido fosforico.

Ossido bianco.

448. È quello strato bianco che si forma nella superficie de' cilindri di fosforo conservati nell' acqua, in cui si produce anche l'acido fosfatico che rimane sciolto in questo liquido. Quest' ossido è meno fusibile del fosforo; brucia quando si riscalda nell' aria o nel gas ossigeno ad una temp. maggiore di quella a cui brucia il fosforo medesimo, ed è insolubile nell'acqua nell'alcool e nell'etere, ed è senza azione sul tornasole.

Ossido rosso.

449. Si ha dopo la combustione del fosforo nell' aria o ne' recipienti pieni di ossigeno, e si presenta sotto forma di una sostanza rossa molto analoga all' ossido bianco. Thomson non ha potuto conoscere la quantità di ossigeno che questi due ossidi contenevano, ma egli la suppone molto esile (1).

Acido ipofosforoso.

450. Quest' acido, la cui scoverta è dovuta a Dulong (2), si ottiene stemprando il fosfuro di bario nell' acqua. Questo liquido è scomposto, l'idrogeno si unisce al fosforo, e l' ossigeno ossidando il bario e formando acido *ipofosforoso* ed acido fosforico, si avrà fosfato di barite insolubile ed ipofosfito solubile. Si versi allora nel

(1) Steinacher ammette un altro ossido di fosforo poco diverso dai precedenti, che ha ottenuto riscaldando il fosforo sotto l' acqua in un tubo stretto ed alto. Si producono fumi bianchi, che all'oscuro sviluppono una debole luce, e che sono formati dal fosforo e dall' ossigeno. (Ann. de chim. XLVII, 104.)

(2) Mem. d' Arcueil, tom. III.

liquido l'acido solforico goccia a goccia finchè non si produce più precipitato, operando come abbiamo descritto per l'acido clorico (§. 305): si filtri il liquido che contiene l'acido ipofosforoso, e quindi si concentri a consistenza quasi sciropposa ad un moderato calore.

L'acido ipofosforoso è liquido e molto acido. Arrossa fortemente il tornasole, e si scioglie in tutte proporzioni nell'acqua. Esso agisce sopra i corpi ossidati come disossiggenante molto energico, e si combina ad un gran numero di basi, colle quali forma de' sali distinti che conosceremo a suo luogo. Esposto ad un calor rosso in una piccola storta non tarda molto a scomporsi: si forma il gas idrogeno fosforato che si sviluppa, l'acido fosforico che rimane in fondo della storta, ed un poco di fosforo che si accende. In questo caso l'acqua contenuta nell'acido è parimenti scomposta.

Composizione. Dulong per analizzare quest'acido comincia dal convertirne una data quantità in acido fosforico col mezzo del cloro. Tal metodo di analisi, che non sembra essere rigorosamente esatto, ha fatto emanare diverse opinioni su le proporzioni di ossigeno e fosforo contenute in quest'acido. Così Dulong lo considera formato da 100 di fosforo e 37, 44 di ossigeno, (1) e Davy sulla stessa quantità di fosforo ne ammette 33, 19 (2). Dedotta intanto la sua composizione da quella dell'acido fosforico, come ha fatto Berzélius, l'acido ipofosforoso dovrebbe contenere 38, 46. di ossigeno in vece di 33, 19.

Acido fosforoso.

451. Quest'acido (3) fu ottenuto la prima volta da Davy trattando il *protocloruro di fosforo* coll'acqua. Il liquido è scomposto, l'idrogeno forma col cloro l'acido idroclorico, e l'ossigeno col fosforo l'acido fosforoso. Una sva-

(1) Mem. d'Arcueil, t. III. p. 415.
(2) Ann. de chim. et de Phys., X. 215.
(3) Phil. Trans. 1812. p. 408.

porazione moderata ne sviluppa l' acido idroclorico, e l' acido fosforoso rimasto puro cristallizza col raffreddamento del liquido.

Proprietà.

L' acido fosforoso è solido, senza colore, e molto acido. Esercita grande affinità per l' ossigeno, come l' acido ipofosforoso, togliendolo a molti corpi. Esposto all' azione del calore in vasi aperti brucia con grande energia, pel fosforo che si riduce; si sviluppa molto gas idrogeno fosforato, dietro la scomposizione dell' acqua, e rimane l' acido fosforico.

Composizione. Quando si mescola 1 volume d' idrogeno fosforato con 1 volume di gas ossigeno, e si accendono col mezzo della scintilla elettrica, vi ha detonazione, e formazione di acqua e di acido fosforoso. Tomson, a cui è dovuto questo metodo di analisi, calcolando che il gas idrogeno fosforato è formato da 1 volume d'idrogeno e da 1 volume di vapore di fosforo condensati in un solo volume, ne dedusse che 1/2 volume di ossigeno si unisce al volume d' idrogeno e forma l' acqua, nel mentre che l' altro mezzo volume si combina al fosforo e dà luogo all'acido fosforoso. Quest' acido dunque risulta da 1 atomo di fosforo ed 1 atomo di ossigeno, ciò che poi darebbe

Fosforo......1. 5...3, ovvero 100.
Ossigeno ....1. 0...2, ... 6666.

L' analisi di Davy coincide con la precedente (1). Quella di Berzélius consiste nel precipitare l'acido idroclorico col nitrato di argento, e dedurre dal precipitato la quantità di cloro contenuto nel protocloruro di fosforo posto in contatto dell' acqua, conoscendo così l'idrogeno unito al cloro, e l' ossigeno combinato al fosforo. Quindi egli considera quest' acido formato da 100 di fosforo e 74, 940 di ossigeno (2). Il peso di un atomo

(1) Phil. Trans. par. 1818.
(2) Tomson supplément, 1822, p. 73.

di questo acido, dietro il calcolo di Berzélius, portando la proporzione dell'ossigeno a 75, è di 3, 5. (*Ann. de chim. et de Phy. t. II. p. 225, et tom. X, p.* 211, *et* 276.)

Acido fosfatico, o acido ipofosforico.

452. Dulong analizzando l'acido prodotto dalla combustione lenta del fosforo in contatto dell'aria, esaminato la prima volta da Sage, e dopo distinto da Lavoisier col nome di acido *fosforoso*, lo trovò composto da quest' ultimo e dall'*acido fosforico*. Lo stesso era stato anche provato da Davy (1); ma Dulong avendo osservato, dopo nuove ricerche, che quest' acido conteneva sempre le stesse proporzioni di acido fosforoso ed acido fosforico, lo distinse col nome di *acido fosfatico*.

L'acido fosfatico si ottiene introducendo in più tubi tirati alla lampada ed aperti de' piccoli cilindri di fosforo, e dopo si mettono in un imbuto, la cui estremità si fa immergere in una boccia di cristallo perfettamente prosciugata. L'apparecchio si situa in un piatto che contiene l'acqua, e si covre con una campana di cristallo, che abbia però due fori, uno nella parte superiore ed un altro nella parte media. Dopo molte ore si produrrà un liquido in ciascuno de' tubi che contiene il cilindro di fosforo, il quale si raccoglie nel fondo della boccia contenente l'imbuto.

L'acido fosfatico è un liquido viscoso senza colore e con odore leggiero di fosforo. Si scioglie in tutte proporzioni nell'acqua; si scompone col calore, sviluppa gas idrogeno protofosforato, e si ha l'acido fosforico per residuo; ciò che fa ammettere che la scomposizione dell'acqua, contenuta nell'acido fosforico, produca col suo idrogeno il gas indicato, e coll' ossigeno cambii l'acido fosforoso in acido fosforico.

L'acido fosfatico assorbe l'umido dall'aria, ma non le toglie l'ossigeno alla temperatura ordinaria.

---

(1) Elem. di Filosofia Chim. II, 45.

Essendo quest'acido formato dall'acido fosforoso e dal fosforico, non può a rigore considerarsi come un composto particolare; maggiormente perchè la sua unione colle basi produce costantemente due sali distinti, cioè un *fosfito* ed un *fosfato*.

Sebbene Thénard e Dulong avessero anche valutata la quantità di ossigeno contenuta in quest'acido, il primo considerandolo composto da 100 di fosforo + 100, 4 di ossigeno, ed il secondo da 100 di fosforo + 109 di ossigeno, purtuttavia Thomson e Davy non riconobbero le loro analisi come esatte, perchè non ammettevano l'acido fosfatico essere un acido distinto. (*Thomson Systèm. de Chim. II, 115.*).

Acido fosforico.

453. Bruciando il fosforo nel gas ossigeno o nell'aria, si avranno molti vapori densi e bianchi che formano l'*acido fosforico*. Sthal lo credè analogo all'acido idroclorico, e suppose che il fosforo era composto da quest'acido e dal flogisto, il quale separavasi colla combustione (1). Margraf di Berlino nel 1740 pubblicò una serie di sperimenti, co'quali dimostrò assurda l'opinione di Sthal; riconobbe quel composto come una sostanza distinta, e li diede il nome di *acido fosforico* (*Margraf's, Opusc. 1. 56.*).

Lo stesso Margraf dimostrò dopo che il fosforo diveniva più pesante quando cambiavasi in acido; e Boyle aveva già conosciuto che la sua combustione non avveniva senza il concorso dell'aria. Ma le conoscenze più esatte su la natura di quest'acido le dobbiamo a Lavoisier, il quale avendone eseguita la combustione col mezzo di un vetro ardente iu un recipiente vôto di aria, e poi pieno di gas ossigeno, operando su quantità conosciute delle due sostanze, potè non solo provare che siffatto acido componevasi di ossigeno e fosforo, ma ne determinò anche il peso, facendo conoscere che risultava da 100 di fosforo, e 11, 75 di ossigeno. (*Lavoisier, Traité element. de*

(1) Trois cents expériences de Sthal.

chim. de 1801, tom. I, p. 62; et Mém. par 1778, et 1780.).

Stato naturale ed estrazione.

L'acido fosforico si trova in qualche fosfato nativo nella *sordawalite*, in qualche *lepidolite*, nelle ossa, ed in molte escrezioni degli animali stessi, come nell'orina, ne'calcoli della vescica, ec.

Si può ottenere con diversi processi.

1. Riscaldando in un crogiuolo di platino il *fosfato di ammoniaca*, fino a che non si sviluppano più fumi bianchi, si otterrà una sostanza trasparente e solida che è l'*acido fosforico*.

2. Si mettano in una storta tubolata, a cui si adatti un recipiente, 8 parti di acido nitrico, e quando è appena riscaldato aggiungasi per la sua tubolatura poco per volta 1 parte di fosforo in piccoli pezzi, ed allorchè spariscono i vapori rossi che si formano, si aggiunga altro pezzetto di fosforo, chiudendo ad ogni immersione la tubolatura della storta, che si manterrà sempre leggiermente riscaldata. Finito di versare il fosforo, si raccoglie il liquido nel recipiente e si aggiunge a quello della storta, distillandolo una seconda volta fino a consistenza di sciroppo. Allora si versi questo liquido in una capsola di platino o di vetro, e si riscaldi finchè si abbia una massa bianca e trasparente.

3. Svaporando a secchezza, e quindi riscaldando fortemente l'acido fosfatico di Dulong, l'acido fosforoso verrà volatilizzato, e l'acido fosforico rimarrà fisso in una massa solida e trasparente. Può anche mutarsi l'acido fosforoso in acido fosforico, mettendo l'acido nitrico sull'acido fosfatico, svaporando dopo alcune ore il liquido a secchezza, e riscaldando fortemente la massa.

4. La combustione del fosforo nel gas ossigeno o nell'aria atmosferica somministra sempre quest'acido; e quando si facesse in vasi chiusi, mettendo l'orificio del recipiente sull'acqua, si avrebbe un assorbimento prodotto dall'acido fosforico sciolto nell'acqua, che potrebbe separarsi svaporando il liquido a secchezza. Lo stesso si ha mettendo il fosforo in una capsola di vetro o di platino, piena per metà di acqua bollente, e quindi, dopo che il fosforo sarà fuso, diriggervi sopra il gas ossigeno bolla

a bolla. L' aria atmosferica produce lo stesso effetto, sebbene meno energicamente, e nei due casi il fosforo brucia sotto l'acqua in contatto dell' ossigeno o dell' aria, e si cambia in acido fosforico, che rimane sciolto nell'acqua. Svaporando a secchezza questo liquido, e riscaldando fortemente la massa in una capsola di platino, si otterrà l'acido solido, ed in una massa trasparente.

454. Ho ottenuto anche quest' acido riscaldando fortemente una soluzione di fosforo fatta in un mescuglio di ammoniaca caustica ed alcool; l' alcool e l'ammoniaca sono gassificati, l' acqua è scomposta ed il fosforo è in parte acidificato, ma può colla calcinazione mutarsi tutto in acido fosforico che rimane fisso. I processi però più economici sono quelli de' num. 1 e 3.

L' acido fosforico è solido, deliquescente, ha l' apparenza di un vetro scolorato; il sapore è molto acido, ma non distrugge il tessuto de' corpi organizzati.

La sua affinità per l' acqua è grande, dappoichè vi si scioglie in tutte proporzioni; ma può dopo separarsi facilmente colla svaporazione.

L' acido fosforico quando è vetrificato rifrange la luce. Il suo peso specifico, allorchè è secco, è di 2, 687; allo stato di massa trasparente, che chiamasi *vetro fosforico*, è di 2, 8516. Esposto ad un calor rosso in un piccolo crogiuolo di platino, si mantiene in fusione tranquilla, ma un calore più elevato potrebbe volatilizzarlo.

L' ossigeno, il cloro, il boro ed il iodio non vi esercitano alcuna azione. L' idrogeno probabilmente lo scompone ad una temperatura elevata; allora i prodotti dovrebbero essere, l' acqua, e l' idrogeno proto e perfosforato. Il carbone però lo scompone completamente e lo cambia in fosforo, idrogeno fosforato, acido carbonico ed idrogeno carbonato (§. 446).

L' acido fosforico non attacca il platino come nè anche l' oro, l' argento, il mercurio, il rame, e molti altri metalli. Allora i vasi di argento, di rame e di oro potrebbero impiegarsi nella sua preparazione, purchè non si adoperi l' acido nitrico, il quale attacca questi metalli, ad eccezione dell' oro e del platino.

Composizione. — Non si conosce ancora un metodo mol-

to esatto per determinare la proporzione di ossigeno contenuto nell' acido fosforico; ciò che senza dubbio ha prodotto diverse opinioni intorno alla sua composizione. Il metodo di Lavoisier e quello di Rose, che consistono nell' acidificare il fosforo coll' ossigeno, non sono repútati molto esatti. Davy riscaldando 100 parti di fosforo in una piccola storta piena di gas ossigeno puro e secco, ottenne un assorbimento di 135 parti di questo gas, che furono impiegate per la completa combustione del fosforo. Quest' analisi, che Thomson crede coincidente colla sua, fa considerare l'acido fosforico come composto da 1 atomo di fosforo e 2 atomi di ossigeno, di cui il peso di un atomo è 3, 5. *(Phyl. Trans. 1813.)*

L'analisi intanto fatta da Berzélius, che si crede più esatta, fa conoscere che quest' acido sia composto,

In prop., da 1 di fosforo.... 196, 15 + 2 $\frac{1}{2}$ di ossigeno 250.
In atomi, da 2 di fosforo, 2 $\times$ 196, 15 + 5 di ossigeno 500. (1)

Cloruri di fosforo.

Protocloruro.

455. Gay-Lussac e Thénard esaminarono la prima volta questo composto, nel 1803 (2); ma Davy in seguito l'ottenne allo stato puro, e ne determinò anche le proporzioni de' suoi principii costituenti *(Phil. Trans. 1812, p. 406)*.

Il proto-cloruro di fosforo non esiste in natura. Bruciando il fosforo nel gas cloro (§. 295) si ottiene una sostanza bianca volatile, la quale si condensa sulle pareti del recipiente che contiene il cloro, e dessa è il *protocloruro di fosforo*.

Può anche aversi lo stesso composto, come lo indica Davy, mettendo in fondo di un tubo alto e stretto 1 parte di fosforo, poi covrirlo con 7 parti di sublimato corrosivo in polvere (percloruro di mercurio), e dopo a-

---

(1) Ann. de Chimie et de Physique t. II, p. 217, et t. X. p. 278.
(2) Recherches physico-chim. II, 98 171.

vervi adattato alla sua estremità aperta un tubo ricurvo, che s'introduce in un recipiente di vetro, si riscalda colla lampada la parte inferiore del tubo: il fosforo si volatilizza, attraversa il percloruro di mercurio, lo scompone assorbendone il cloro, e cambiasi in *protocloruro di fosforo* volatile che si condensa nel recipiente.

Proprietà.

Il protocloruro di fosforo è un liquido senza colore, che spande fumi densi e bianchi in contatto dell'aria, e cambia in rosso la tintura di tornasole. Il suo peso specifico è, secondo Davy, 1, 45. Esso non si altera quando si conserva in vasi chiusi; scioglie il fosforo, e posto in contatto dell'acqua si cambia in acido fosforoso ed in acido idroclorico; dappoichè producendo la scomposizione di quel liquido, il fosforo si appropria l'ossigeno, ed il cloro l'idrogeno. L'ammoniaca anche lo scompone, ne precipita il fosforo ed un *deutocloruro di fosforo ammoniacale*.

Una carta bagnata con questo liquido ed esposta in contatto dell'aria spande fumi bianchi, e finisce coll'accendersi spontaneamente il fosforo. Dietro tale proprietà è sovente adoperato per proccurarsi il fuoco in caso di bisogno.

Composizione. — Davy e Berzélius trattando questo protocloruro coll'acqua, e precipitando l'acido idroclorico col nitrato di argento, lo trovarono composto:

Davy..... da 100 di cloro + 28, 07 di fosforo
Berzélius.. da 100 di cloro + 26, 67 di fosforo

Secondo poi le sperienze di Dulong, questo cloruro è composto da 100 di fosforo e 327, 6 di cloro (*Thomson supplément*, 277; *e Dulong.*; *Mem. d'Arcueil tom. III. p. 419*).

Percloruro di fosforo.

456. Davy fece conoscere la prima volta questo composto nel 1809 (1). Egli l'ottenne bruciando 6, 5 centigrammi di fosforo in 197 centimetri cubici di gas cloro

(1) Davy. Elem. di chim. Filos. I. 241.

puro e secco. Lo stesso ebbe facendo passare un eccesso di questo gas nel fondo di un recipiente in cui aveva posto il fosforo, finchè si ottenne una sostanza solida di un bianco di neve. Questo percloruro è meno volatile del protocloruro, e cambia in rosso la carta di tornasole. Posto in contatto coll' acqua la scompone con grande energia, e dà luogo all'acido idroclorico ed all'acido fosforico. Brucia all'aria libera quando vi si accosta una candela accesa. Ad un calor rosso l'ossigeno lo scompone, ne sviluppa il cloro, e si ha per residuo l'acido fosforico: lo sperimento può farsi in un tubo di vetro o di porcellana. Riscaldato leggiermente, ed esposto ad una certa pressione, cristallizza in prismi trasparenti col raffreddamento. L'idrogeno lo scompone anche come l'ossigeno, e formasi acido idroclorico ed idrogeno fosforato. L'ammoniaca si combina intimamente col percloruro di fosforo, e ne risulta un composto triplo, bianco, insolubile nell'acqua, e che non è scomposto dagli alcali fissi. Attese le proprietà acide di questi due cloruri, sono stati anche distinti co'nomi di acido *clorofosforoso* il primo, ed acido *clorofosforico* l'ultimo.

Composizione. — Davy, mettendo in contatto del fosforo una quantità conosciuta di cloro, trovò formato questo percloruro da 100 di fosforo e 600 di cloro, ovvero da 1, e 6. Dulong operando egualmente su di 1 gram. di fosforo, lo pose in un recipiente già votato di aria e poi vi fece passare il cloro; pesando prima e dopo il recipiente, trovò che il percloruro conteneva 100 di fosforo e 549 di cloro (1); ma Thomson lo crede formato da 1, 5 di fosforo, e 9, 1182 di cloro. (*Thomson supplément, 278*).

Ioduri di fosforo.

457. Gay-Lussac, che ha esaminata l'azione del iodio sul fosforo, ha ottenuto tre composti distinti, combinan-

(1) Davy. Ann. de chim. et de Phys., t. X, p. 270; et Dulong, Mem. d'Arcueil vol. 3. p. 437.

do queste due sostanze in proporzioni diverse. Thomson ne considera due solamente, cioè il *protoioduro* ed il *perioduro di fosforo*.

Protoioduro.

Si ottiene facilmente questo composto mettendo in un tubo di vetro chiuso da una parte ed alquanto alto e stretto, 1 parte di fosforo e 10, 41 di iodio. L'azione ha luogo con isviluppo di calorico ma senza luce, e si forma una sostanza solida di color bruno-rossiccio, che è il *protoioduro di fosforo*.

Proprietà.

Il protoioduro di fosforo si fonde a + 100° centigradi, e si volatilizza ad una temperatura poco più elevata. Posto in contatto dell'acqua la scompone e dà luogo all'idrogeno fosforato, a'fiocchi di fosforo che si precipitano, ed agli acidi fosforoso ed idroiodico che rimangono nel liquido.

Perioduro di fosforo.

458. Si forma collo stesso processo del proto-ioduro, ma impiegando 1 parte di fosforo e 20, 82 di iodio. La combinazione ha luogo anche con isviluppo di calorico, ed il composto è nero, ed è fusibile a + 46° centigr.; posto in contatto dell'acqua si sviluppa molto calore, e si forma l'acido fosforoso, l'acido idroiodico-iodurato, che tiene cioè in soluzione il iodio, ed il liquido si colora in rosso-bruno.

Composizione. — Calcolando questa su le quantità di fosforo e di iodio adoperate nella formazione di questi composti, essi debbono contenere:

Protoioduro	= Fosforo 1,	Iodio,	10, 41
Perioduro	= Fosforo 1,	Iodio,	20, 82

Thénard descrive un altro composto di iodio e di fosforo, formato da 1 parte di fosforo e 16 di iodio, cristallizzabile, fusibile a + 29° centig., capace di scomporre l'acqua, e dar luogo solamente all'acido fosforoso ed all'acido idroiodico scolorato.

Gas idrogeno protofosforato.

459. Davy nel 1812 fu il primo ad ottenere questo

gas (1), e li diede il nome di *gas idrofosforico*. Ma Gay-Lussac e Thénard, che ne esaminarono contemporaneamente le sue proprietà, lo chiamarono *gas idrogeno protofosforato*, (*Recherches physico-chimiques*), e Thomson lo distinse anche col nome di *bi-idroguro di fosforo*.

Si può ottenere questo gas riscaldando semplicemente a secchezza l'acido fosforoso solido o concentrato in una piccola storta, ovvero l'acido fosfatico; e lo stesso si ha esponendo il gas idrogeno perfosforato chiuso in una campana sull'apparecchio a mercurio a'raggi diretti del sole. Adoperando l'acido fosforoso o fosfatico, l'acqua è scomposta, l'ossigeno cambia una porzione del primo in acido fosforico, e l'idrogeno scioglie una porzione di fosforo, col quale forma il *gas idrogeno protofosforato*. Il gas idrogeno perfosforato poi, che si espone a'raggi del sole, abbandona un poco di fosforo che si precipita, e passa anche in gas idrogeno protofosforato. Si forma pure questo gas nella fine dell' estrazione del gas idrogeno perfosforato, il quale quando più non s' infiamma spontaneamente, trovasi cambiato in gas idrogeno protofosforato che può raccogliersi isolatamente.

Proprietà.

Questo gas è trasparente, permanente ed elastico. Il suo odore ha qualche analogia con quello del fosforo e dell'ossido di arsenico in vapore. L'acqua ne assorbe appena $\frac{1}{8}$ del suo volume. Esposto alla temperatura ordinaria in contatto dell'aria, o mescolato al gas ossigeno, non s'infiamma; esso però brucia quando viene in contatto di una candela accesa, e se trovasi mescolato ad un accesso di ossigeno detona fortemente, producendo l'acqua e l'acido fosforico. Il cloro lo infiamma appena vi si mette in contatto; e se lo sperimento si fa in un tubo pieno di acqua, in cui si sarà introdotto prima 1 volume del gas in esame e poi 4 volumi di cloro, i due gas spariranno completamente; dappoichè i nuovi composti che si formano, l'acido idroclorico cioè ed il percloruro di fosforo, verranno assorbiti dall'acqua. Il peso specifico di que-

(1) Phyt. Trans. 1812, p. 406.

sto gas è, secondo Davy, 0, 87, ma Thomson lo crede di 0, 9716, calcolandolo dalla sua composizione.

Composizione.

Sublimando il solfo in questo gas, avviene che 1 volume aumenta del doppio, e si formano 2 volumi di acido idrosolforico (idrogeno-solforato), ed un composto di fosforo e solfo solido; da cui risulta, che questo gas è composto da 2 volumi di gas idrogeno combinati al fosforo, e condensati in un solo volume; oppure da 1 atomo di fosforo e 2 atomi d'idrogeno. In peso poi da 0, 12, di fosforo e 0, 02 d' idrogeno.

Gas idrogeno perfosforato.

460. Gengembre scovrì questo gas nel 1783 (1). Esso fu in seguito esaminato da Kirwan (2), Raimond (3), Dalton (4), e soprattutto da Thomson (5).

Stato naturale.

Si pretende che l'idrogeno perfosforato si sviluppi sovente in vicinanza di cimiteri ove sono sostanze animali in putrefazione, infiammandosi spontaneamente e producendo i così detti *folletti*, o *fuochi fatui*.

Estrazione.

Questo gas si ottiene facilmente riscaldando in una piccola storta o in un matraccio con tubo ricurvo, un mescuglio di 2 parti di potassa caustica, 4 di acqua ed 1 di fosforo; o pure adoperando fosforo e calce caustica stemperata con acqua. Il gas si sviluppa rapidamente e si raccoglie sull'acqua. Per gli sperimenti più esatti poi si adopera il mercurio.

Ne'due casi l'acqua è composta, il suo idrogeno forma l'idrogeno perfosforato, e l' ossigeno acidifica una porzione di fosforo, dando luogo all'acido ipofosforoso, il quale combinandosi alla potassa o alla calce, forma un ipofosfito che rimane nella storta o nel matraccio.

Proprietà.

Questo gas è permanente, invisibile ed elastico. Il suo

(1) Mém. de Savans étrangers. X, 651.
(2) Phil. Trans. 1786. p. 118.
(3) Ann. de chim. X. 19.
(4) Nouveau systém. de philos. chim. 11, p. 457.
(5) Ann. de chim. et de Phys. tom. 11, p. 257.

odore molto forte è analogo a quello del fosforo; il sapore è amaro e disgustoso, ed il peso specifico è, secondo Thomson, 0,9022.

Appena questo gas viene in contatto dell' aria brucia spontaneamente; ed allorchè si fa attraversare nell' acqua, vi s' infiamma nella superficie formando anelli circolari di fumo molto intenso. L' acqua ne assorbe appena $\frac{1}{40}$ del suo volume; ma, come hanno osservato Davy ed Henry, quando questo liquido si porta al grado di ebbollizione, il gas si sviluppa completamente.

L' idrogeno perfosforato è scomposto ad una temperatura alquanto elevata, separandosi il fosforo e l' idrogeno. Quando si fanno passare molte scintille elettriche attraverso questo gas, esso è parimenti scomposto; si depone il fosforo ed il gas idrogeno occupa lo stesso volume di prima. Il cloro vi agisce con grande energia: appena una bolla di cloro s' introduce sotto un tubo che contiene l' idrogeno perfosforato, vi ha infiammazione e detonazione. Il mescuglio di 1 volume di questo gas e 3 volumi di cloro spariscono completamente, e danno luogo a quegli stessi fenomeni descritti per lo gas idrogeno protofosforato.

Quando 1 volume di questo gas e 3 volumi di deutossido di azoto sono accesi con una scintilla elettrica, vi ha detonazione ed un residuo di 1 volume e mezzo di gas azoto. Se questi due gas sono mescolati sull' acqua, e quindi vi si faccia passare una bolla di gas ossigeno, si produrrà sull' istante una detonazione.

Facendo passare il gas ossigeno in un tubo stretto che contiene questo gas, si formano vapori bianchi senza sviluppo di luce; il fosforo si acidifica, e rimane il solo idrogeno. Ma se lo sperimento si fa in un tubo più grande, accade una viva combustione, si forma acqua, acido fosforico, e vi ha luogo un grande assorbimento. Nel primo caso il fenomeno dipende dal che le parieti del tubo comechè molto strette sottraggono una porzione di calorico dal mescuglio de' due gas, e la temperatura così diminuita non permette che questi s' infiammino. Un volume di gas idrogeno perfosforato assorbe 1 volume e mezzo di ossigeno, quando vi ha infiammazione.

Riscaldando lo zolfo in questo gas si produce fosfuro

di zolfo solido ed acido idrosolforico (idrogeno-solforato), che occupa lo stesso volume del gas idrogeno perfosforato impiegato.

Il iodio agitato in un tubo che contiene il gas idrogeno perfosforato ben secco, darà luogo ad un ioduro di fosforo, ed il gas idrogeno residuo occuperà anche lo stesso volume del gas adoperato.

Composizione.

Risulta da queste dne ultime sperienze, e dall'azione del gas idrogeno perfosforato sul deutossido di azoto, come ha osservato Thomson, che questo gas sia un composto di 1 atomo d'idrogeno ed 1 atomo di fosforo, o di 12 di quest' ultimo ed 1 del primo (*Thomson System. de chim. I, p. 312*).

461. È conosciuto che quando si fa un mescuglio di acqua, acido solforico, pezzetti di fosforo, e limatura di ferro, o meglio zinco granolato, si sviluppa anche l'idrogeno bifosforato, il quale si accende spontaneamente in contatto dell'aria; ma niuno, per quanto mi è noto, erasi occupato di un altro fenomeno interessante che presentano queste sostanze, allorchè vi si aggiunge un mescuglio di clorato con poco cloruro di potassio (clorato di potassa impuro); cioè che questi essendo scomposti dall'acido solforico, produrranno lo sviluppo del cloro, e del deutossido di cloro (§. 302), i quali accendendo il gas idrogeno perfosforato, che si sviluppa dal fondo del tubo ove si contiene il mescuglio indicato, formeranno uno de' più belli fenomeni di *combustione sott' acqua*, fra quanti ne sieno stati sinora additati.

Per ottenersi una siffatta combustione, si metta in un tubo chiuso da un estremo, largo almeno un pollice ed alto circa due piedi, 1 oncia di pezzetti di zinco granolato, 5 a 6 once di acqua, 1 oncia di acido solforico, ed 1 dramma di fosforo. Appena si sarà versato l'acido solforico e che lo sviluppo del gas comincia a divenire alquanto energico, si vedranno delle piccole fiamme di gas idrogeno perfosforato nella sola superficie del liquido; ma se in questo mentre vi si aggiunga in due volte 1 dramma di clorato di potassa impuro, si vedrà immantinenti, operando all'oscuro, tutto il liquido diveni-

re luminoso, e dal fondo del tubo manifestarsi una luce di color verde-giallo assai brillante, la quale sarà seguita alla sua uscita dalla superficie del liquido da continuati scoppi, che si succederanno rapidamente, ma senza produrre il menomo inconveniente. Questi scoppi si potranno aumentare ed anche prolungare, aggiungendo più acido e clorato, badando però di metterne sempre poco per volta.

Ho cercato più volte raccogliere questo gas luminoso onde esaminarne la sua particolar natura, ma avendo adoperato una piccola storta o un matraccio, le detonazioni sono state sempre più o meno violenti, e la storta in varie volte si è rotta. Ho potuto solamente conoscere, operando con una storta ripiena esattamente del mescuglio atto a produrre il gas luminoso, che esso può passare in una piccola campana piena di acqua senza più detonare, conservando il suo colore verde giallo assai bello, ma se viene in contatto dell'aria detona come prima (1).

Produssi un fenomeno di combustione presso a poco analogo al suddetto nel modo seguente:

In un tubo stretto ed alto, chiuso alla lampada in un estremo, vi posi circa 20 grani di clorato di potassa, e tre volte il suo peso di acido solforico di commercio. Quando il gas deutossido di cloro aveva cominciato a svilupparsi, vi gittai un piccolo pezzo di fosforo del peso di $\frac{1}{10}$ di grano circa: si ebbe sull'istante una violenta detonazione, ed ogni volta che si metteva altro fosforo sul liquido, contenuto nel tubo, ne avveniva la sua accensione. Replicando a questo modo lo sperimento aggiunsi fosforo sino a che più non si vide accendersi, e dopo versando sul liquido che teneva in soluzione il fosforo, qualche granello di clorato si produceva combustione vivissima, come quando nel primo caso vi si metteva il fosforo.

Fosfuro di carbonio.

462. Proust, Vogel, e Thomson, avendo esaminato il residuo che lascia il fosforo quando si fa passare attraverso una pelle di camoscio, vi rinvennero il carbone. Ma

(1) V. il Vol. III. del mio *Corso Elementare di Chimica*, 1823, p. 54; ed il *Bulletin des Scienc. Mathém., Phys. et Chim.* de M. le Baron de Férussac t. VIII. 1827. p. 80

Thomson ottenne questo composto stemprando il fosfuro di calce con acqua fino a che non si produsse più sviluppo di sostanza gassosa; avendo dopo trattato il residuo con un eccesso di acido idroclorico, e feltrato il liquido, ottenne sul filtro il *fosfuro di carbonio*, il quale lavato e prosciugato era sotto forma di una polvere di colore giallo citrino, che assorbiva l'acqua dall'atmosfera, e si cambiava in gas idrogeno-carbonato ed in un acido poco ossigenato del fosforo. Esso fu trovato composto di 200 di fosforo + 100 di carbonio (*Thomson Systèm. de chim. t. 1. p. 316*).

Sezione XII.

Del solfo.

463. La conoscenza del *solfo* rimonta ad epoca assai remota. Ai tempi di Plinio veniva impiegato per imbiancare la lana, e dagli antichi era stato adoperato anche in medicina, ed a scolorare col suo vapore molte altre sostanze (*Plin. lib. 35, cap. 15*).

Stato naturale ed estrazione.

Il solfo si trova sparso abbondantemente in natura. Non è così frequente però allo stato puro, ma spesso trovasi unito ad altre sostanze, e soprattutto a'metalli. Si rinviene cristallizzato più o meno regolarmente in diversi luoghi della Sicilia, nella Solfatara vicino Napoli, nell'Isola di Vulcano, nell'Islanda, nella Guadalupa, negli Stati di Roma, ec.

Allorchè è puro i suoi cristalli hanno color giallo cedrino o giallo verdastro. La loro forma è l'attaedro a base romba (riduttibili in prismi romboidali) di cui gli angoli sono di 106 gr. $\frac{1}{2}$ ed 85 gr. 5′ verso una stessa sommità, e 145 gr. 25′ da una faccia di una delle sommità sull'altra.

Trovasi anche in istrati, o in rognoni, disseminato negli strati delle montagne calcifere e della calce solfata, a Golling, nel Salisburghese; in quelli della pietra sabbiosa, nella Transilvania, in Becadoshegi; negli strati delle montagne indipendenti, del porfido argilloso; nel-

l'America meridionale, in Antisana, e nell'isola di Monteserrato nell'Arcipelago occidentale; ne' banchi sabbiosi de' terreni di alluvione, del fitantrace terroso, nella Turingia in Artern ec. Si rinviene pure in quantità grande ne' terreni secondari, come nel valle di Note e di Mazzarra, in Sicilia; a Cesena, lungi 6 leghe da Ravenna sull'Adriatico; a Conilla, vicino Gibilterra, ec.; e più abbondantemente ne' vulcani attivi, come in Europa, nel Vesuvio (raro), e nella Solfatara in Napoli; nell'Etna, nell'Isola di Vulcano, in Sicilia, e nell'isola di Nilo, nell'Arcipelago; nel Pico di Teyde nell'isola di Teneriffa, nell'Affrica; a Giova nell'Asia, e nelle Isole di S. Domingo, di Guadalupa, di S. Lucia e di Martinicca, in America. Esso allora trovasi anche in cristalli regolari come il solfo *fossile*, lamelliforme, congregato-striato, polveroso, ec.

La quantità di solfo nativo però che così trovasi è meno abbondante di quello che si rinviene allo stato di combinazione, e particolarmente unito ai metalli co'quali forma dei *solfuri*. Tra questi il minerale più generalmente sparso in tutt' i terreni è il *solfuro di ferro*, detto *pirite*, ma sono anche frequenti i solfuri di piombo, di antimonio, di mercurio, di rame, di zinco (1), che costituiscono filoni, ammassi e degli strati immensi, dai quali ora si estrae non solo la maggior parte del solfo che prima ritiravasi dalla nostra Solfatara e da altri luoghi ove si rinviene il solfo nativo, ma quasi tutto il piombo, il mercurio, il rame, l'antimonio, lo zinco, ec. che si manda in commercio. Allo stato finalmente di combinazione coll'ossigeno forma dei *solfati*, che non sono meno abbondanti de' solfuri indicati; coll'idrogeno costituisce il componente delle acque minerali dette *solforose*; esiste in diverse piante, e particolarmente in quelle dette *crocifere*; in molte materie animali, nelle ova, ec.; in alcune combinazioni silicifere, ma allo stato di solfuro, e di solfato come nella *elvina* nell'*aüyna*, nel *nosian*, nella *lazulite*, ec.

(1) V. ciascuno di questi metalli

Estrazione e proprietà.

Si ottiene il solfo colla distillazione del minerale chiamato pirite. Ma la quantità più grande di solfo che si manda in commercio proviene dal *solfo nativo*. Quando trovasi unito a poca quantità di sostanze terrose si ricorre alla fusione per separarnelo, ma se queste predominano su lo zolfo allora fa duopo distillarlo. La prima operazione si fa nelle grandi caldaje di ferro fuso, ed il solfo si cola in vasi cilindrici, e si ha lo zolfo in masse, e quello detto in *bastoni*; e la seconda si eseguisce nei forni detti a *galera*. Consistono questi in un canale lungo 10 a 15 piedi, nel cui mezzo vi sono due rilievi a guisa di scalini su cui si situano i vasi distillatorii di argilla cotta. Questi vasi sono di figura quasi ovale, alquanto alti, e della capacità di 30 a 40 libbre di minerale. Essi hanno nell'alto un apertura per introdurvi lo zolfo, ed a poca distanza vi è fissata una specie di becco che è simile a quello annesso al capitello di alambicco, pel quale il solfo distilla in altri vasi anche di argilla posti fuori del forno, e da'quali poi passa in tini pieni per metà di acqua. Questi vasi si dispongono in due serie di 5 a 6 l'una, si covrono con una specie di volta fattizia, lasciando da fuora il tubo pel quale deve distallare lo zolfo. L'operazione si fa riempiendo di minerale i vasi di argilla, poi si chiudono col coverchio che vi si luta, e quindi si mette il fuoco nel fornello. Il solfo si fonde, si gonfia, passa pel piccolo tubo nel recipiente, e da questo nell'acqua ove poi si condensa.

Il solfo ottenuto sia col primo che col secondo processo ritiene ancora 10 a 15 per 100 di materie terrose, le quali possono separarsi sublimandolo in apparecchi adattati. Quest'operazione si fa ora mettendo il solfo in una caldaja di ferro fuso che funziona da storta, ed in una vasta camera che le è dappresso, e che le serve da recipiente. La caldaja è coverta da una specie di volta fatta di mattoni, e ad un lato ha un corto camino che comunica colla camera ove viene poi a condensarsi il solfo che si volatilizza, e si depone sotto forma di polvere fina che si chiama *fiore di solfo*. Dalla parte su-

periore della camera vi sono due valvole che aprono da dentro in fuora, affinchè possa farsi uscir liberamente l'aria dell' apparecchio. Fa duopo però osservare, che ad una certa epoca l'interno delle camera si riscalda sì fortemente che lo zolfo depostovi si fonde; perciò devesi sospendere di quando in quando l'operazione se vuole aversi il fiore di solfo, ed al contrario proseguirla quando si desiderasse averlo in masse fuse. In tal caso lo solfo sarà sempre puro, sia che si abbia in polvere ovvero in masse.

Il processo descritto non va esente da difficoltà nell' eseguirsi. Così p. e. se la temperatura del vapore di solfo che passa nella camera arriva a 150, allora s'infiamma coll'aria ivi contenuta, e quindi possono avvenire delle detonazioni più o meno violenti. Il miglior mezzo d'impedire l'accenzione del solfo sarebbe quello di distrugger tutto l'ossigeno dell'aria della camera col bruciarvi un poco di solfo o del carbone, e quando dovesse introdursi l'aria, chiudere con una lamina di ferro l'apertura che trasporta il vapore del solfo dalla caldaja. In tal modo la temperatura può spingersi fino a che lo zolfo bolle, e dopo si sostiene in questo stato senza più aumentarla: finalmente le precauzioni da prendersi consistono nell'impedire l'accenzione del solfo nella camera, ove trovasi anche una quantità d'idrogeno solforato; e se l'apparecchio potesse presentare l'opportunità di far circolar l'acqua fredda sulle pareti delle mura della camera, o nel suo interno per mezzo di tubi schiacciati di ferro, allora tali inconvenienti non avrebbero luogo.

Le piriti si distillano in vasi di terra nel forno a galera come si è detto per aver lo zolfo col primo processo, richiedendosi solamente un grado di riscaldamento maggiore. Dartigues nella sua fabbrica stabilita a Namur adopera tubi di argilla cotta, e li situa orizzontalmente, caricandone ciascuno di 70 ad 80 libbre di pirite, e ne adopera sino a 24 nello stesso fornello, proseguendo poi la distillazione per 5 a 6 ore.

Lo zolfo che trovasi unito al petrolio solido, come è

quello de' nostri Abruzzi, si fonde coll' acqua per separarne lo zolfo, e poi si depura.

Il solfo quando è solido si presenta di color giallo-cedrino, senza odore, insipido, e molto fragile. Allorchè si stringe nella mano, produce un certo stridore, e spesso si rompe in più pezzi se mai prosiegue a riscaldarsi. È uno de' corpi elettrici o coibente, e perciò non conduttore del fluido elettrico. Quando viene fortemente confricato, manifesta fenomeni elettrici (§. 110). Esposto all' azione dell' aria non è alterato: il suo peso specifico è 1, 990, ma quello del solfo nativo giunge a 2, 3302. (Brisson). Secondo Wollaston, il suo potere di rifrangere la luce è a quello dell' acqua :: 204, : 1336; e la sua capacità per lo calorico si è trovata :: 1, 9 : 1.

Il solfo riscaldato in vasi chiusi, o negli aludelli (*fig. 49.*) vi si sublima nella parte superiore e somministra i così detti *fiori di solfo*, i quali si trovano abbondantemente in commercio, e che possono reputarsi come solfo quasi puro. Riscaldato a + 104. centig. si fonde, e se allora si cola in forme appropriate, si ottiene il *solfo in bastoni*, come quello che si vende in commercio. In questo stato però esso non è puro.

Il solfo è suscettivo di cristallazzare facilmente quando si fonde, e se allorchè comincia a solidificarsi nella superficie si decanti prontamente per separarne la parte liquida, allora si troverà nella parte interna tutto ricoverto da tanti belli cristalli in aghi dritti. Allorchè questa cristallizzazione è bene eseguita, la forma primitiva de' cristalli presenta un ottaedro a triangoli scaleni, che consistono in due piramidi uniti insieme base a base.

Quando poi il solfo si riscalda a 300° di Fhar. e si mantiene in fusione per qualche tempo in contatto dell' aria, diviene viscoso, ed acquista un colore rosso-bruno: se allora si gitta nell' acqua, conserverà uno stato molle, diverrà elastico, e potrà ricevere l'impronta delle medaglie e de' sigilli. Il solfo per passare a questo stato non è affatto alterato dall' ossigeno come erasi creduto, ma secondo Davy ciò dipende da una disposizione particolare delle sue molecole. La combustibilità del solfo in contatto

dall'aria è a tutti nota, ed esso brucia con grande energia nel gas ossigeno.

Usi.

Gli usi del solfo sono estesissimi. Nelle arti è adoperato per imbiancare la seta, la lana, a togliere molte macchie di frutta, ed a formarne i solfanelli. S' impiega pure con vantaggio in vece del piombo per fissare il ferro nelle pietre. Esso entra nella composizione della polvere da cannone, di diverse specie di solfati metallici, e dell' acido solforico. In medicina sembra agire come eccitante delle funzioni del sistema esalante; ed è utile per molte malattie della pelle, come nella cura della scabbia, delle empitiggini, e della tigna. Internamente opera come purgante, alla dose di 2 a 3 grossi. Sciolto in alcuni olii essenziali forma il così detto *balsamo di solfo*, di cui sarà quistione nella chimica organica vegetale, trattando degli olii aromatici.

Composti di solfo ed ossigeno.

464. Il solfo forma quattro composti distinti combinandosi all' ossigeno, ne' quali, essendo in tutti la stessa proporzione del solfo, le quantità di ossigeno sono tra esse come i numeri 1; 2; 2, 5; 3.

Acido iposolforoso.

465. Thomson nel 1815 esaminò la prima volta quest' acido, ma la sua esistenza era stata già predetta da Higgins (1), e confermata da Berthollet nel 1789. *(Ann. de Chim. 11. pag. 58. e 59.)*

L' acido iposolforoso trovasi ne' *solfiti solforati* che saranno indicati col nome di *iposolfiti* (2), dai quali non si era ancora separato, poichè trattati con gli acidi più concentrati, l' acido iposolforoso si cambiava in solfo ed acido solforoso. Ma dietro le recenti sperienze di M.-I.-F.-W. Herschell resulta, che versando l' acido solforico in leggiero eccesso in una soluzione d' iposolfi-

(1) Higgin's compartive Viçw, p. 49.
(2) V. questi composti nel trattato de' sali.

to di strontiana, questa base si precipita totalmente coll'acido solforico, ed il liquido filtrato è l'acido iposolforoso. Esso si presenta scolorato, trasparente, ed il suo sapore è acido, astringente ed amaro. Lasciato in riposo, a capo di alcune ore si scompone spontaneamente, il liquido diviene latticinoso, finisce col convertirsi in acido solforoso, ed il solfo si precipita. Secondo le sperienze di Thomson vien formato da 1 atomo di solfo ed 1 atomo di ossigeno; ovvero da 100 di solfo e 50 di ossigeno *(Thomson supplément. 278 a 279).*

Acido solforoso.

Istoria.

466. L'acido solforoso, conosciuto da Sthal col nome di *acido solforico flogisticato*, fu ottenuto da Schéele nel 1774 con un metodo assai facile (1). Priestley ne esaminò molte sue proprietà allo stato di gas (2); ma dopo fu studiato con maggior precisione da Berthollet (3), Fourcroy e Vauquelin (4), e sopratutto da Gay-Lussac (5) e Berzélius (6), che ne hanno anche determinata la sua composizione.

Stato naturale ed estrazione.

L'acido solforoso si sviluppa da' vulcani attivi, ove si produce col mezzo della combustione del solfo. Si ottiene facilmente riscaldando in una piccola storta, al calore di una lampada ad alcool, un mescuglio di 3 parti di acidi solforico concentrato ed 1 di mercurio, raccogliendo il gas che si sviluppa sul mercurio, dopo che l'aria della storta ne sarà stata discacciata. In questa operazione l'acido solforico è scomposto; cede atomo del suo ossigeno al mercurio che si ossida, e così perdendo una proporzione di ossigeno, che è necessaria alla sua compo-

(1) Mém. de chim. de Schéele. I. 43.
(2) Priestley, *on Air.* II, 295.
(3) Ann. de chim. II, 54.
(4) Ann. de chim. XXIV, 229.
(5) Mem. d'Arcueil II.
(6) Ann. de chim. tom. LXXVIII; et Ann. de chim. et de Phys. tom. V. p. 178.

sizione, si troverà cambiato in *acido solforoso*. Nella storta rimane un sale bianco formato dall' acido che non si è scomposto, e dal perossido di mercurio.

Quest' acido si forma dietro la combustione del solfo in contatto dell' aria, o nel gas ossigeno. Il processo descritto però lo somministra in maggior quantità, e sufficientemente puro.

Proprietà.

L' acido solforoso allo stato di gas è un fluido permanente ed elastico; non ha colore, ed il suo odore soffocante è analogo a quello del solfo che brucia in contatto dell' aria. Ha un sapore fortemente acido; cambia in rosso sulle prime la tintura di tornasole, ed in seguito la muta in colore giallognolo. Questo gas rifrange la luce. Esso non esercita azione alcuna sul gas ossigeno o su l'aria, ed il più forte calore che potesse prodursi non lo scompone. Un freddo molto intenso può cambiarlo in liquido (§. 222), ed in questo stato è scolorato, trasparente molto volatile, bolle a — 10°, e la sua densità è di 2, 45 (Bussy). Se allor quando trovasi così ridotto allo stato liquido mettesi su la mano, si volatilizza prontamente, producendo un freddo sensibilissimo; e se bagnisi con esso la palla di un termometro a spirito e quindi si esponga immediatamente all' aria, l' abbassamento di temperatura sarà tale da far discendere il mercurio da + 10 a — 57; e se in vece si porti nel vôto, l'abbassamento di temperatura si vedrà giungere sino a — 68. Dopo ciò con questo mezzo non solo può congelarsi il mercurio, ma produrre un freddo capace da liquefare molti altri gas, come è stato fatto pel *cloro*, per l' *ammoniaca* e pel *cianogeno (*§. 222; ed *Ann. de Chim. et de Phys. t. XXVI, p. 36).* Il suo peso specifico è, secondo Davy, 2,2293; ma supponendo più esatto quello di 2, 2222, allora un decimetro cubico di questo gas, alla temperatura di + 16° e sotto le pressione di 76 centimetri di mercurio pesa circa 4 grammi.

Secondo gli sperimenti di Thomson, l' acqua assorbe 33 volte il suo volume di gas solforoso, e secondo Saussure 44; in tal caso acquista un sapore acido e disgustoso, e costituisce l'acido solforoso liquido, o lo *spirito di sol-*

fo per campana. Quest'ultimo nome gli fu dato dagli antichi, perchè eseguivano la combustione del solfo sotto grandi campane di vetro, mettendo un poco di acqua nel piatto su cui poggiava l'orificio di quelle. Il gas solforoso che si formava, perchè più pesante, precipitavasi sull'acqua, la quale lo assorbiva fino a saturazione.

Quando si espone l'acido solforoso liquido in contatto dell'aria, diviene a poco a poco più acido, e si cambia in *acido solforico*, che può dopo ottenersi concentrando il liquido.

L'idrogeno ed il carbone scompongono questo gas al disotto del calore rosso. Nel primo caso si forma l'acqua e si separa il solfo; ma se l'idrogeno è in eccesso, si ottiene anche il gas idrogeno solforato. Adoperando poi il carbone si produce acido carbonico e gas assido di carbonio: lo sperimento può farsi in un tubo di vetro o di porcellana, mettendo il carbone nel tubo, e quando è vicino ad arroventarsi vi si fa passare il gas solforoso per lo stesso tubo; ovvero potranno riscaldarsi i due gas in un tubo ricurvo sul mercurio.

L'acido nitroso scompone questo gas anche alla temperatura ordinaria, e si forma acido solforico e deutossido di azoto. Il cloro non ha azione su l'acido solforoso secco, ma facendovelo passare attraverso allorchè questo è liquido, si forma acido idroclorico ed acido solforico per la scomposizione dell'acqua. Se i gas fossero umidi, avrebbero luogo gli stessi fenomeni.

L'azione del boro, del fosforo, dell'azoto e del solfo, sull'acido solforoso non è stata ancora bene esaminata. Il iodio ed il bromo producono probabilmente gli stessi effetti che il cloro.

Composizione.

Facendo bruciare il solfo nel gas ossigeno, si ottiene l'acido solforoso, il quale occupa presso a poco lo stesso volume dell'ossigeno impiegato. Secondo gli sperimenti di Berzelius, 100 parti di solfo assorbono 99, 44 di ossigeno, proporzione che sembra coincidere con l'analisi di Thomson, che dà 100 di solfo e 100 di ossigeno. Dopo ciò quest'acido è composto,

In propor. da 1 di solfo 201, 16 + 2 di ossigeno 200.
In atomi.. da 1 di solfo 201, 16 + 2 di ossigeno 200.

Usi.

L'acido solforoso viene impiegato con successo per imbiancare la seta, la lana e la paglia, e serve a togliere le macchie di molte frutta. Allo stato di gas si usa ancora per le fumigazioni solforose, ed è adoperato con vantaggio in molte malattie della pelle. Le scabbie le più inveterate cedono sotto l'uso di queste fumigazioni. In questo stato riesce anche vantaggioso in certe affezioni pedicolari, empetiggini, pustole sifilitiche, tigna inveterata, dolori reumatici artritici, e reumatici cronici; paralisi locali, ingorgamenti scrofolosi, ec. Onde ciò eseguire s'introdurrà il solfo in una padella di argilla cotta, con alcuni pezzi di ferro roventi, e si racchiude in una specie di bagno di legno o di latta coverto, in cui poi si mette l'ammalato, facendo però in modo che questo resti con la testa fuori nell'aria, e col corpo nella cavità dell'apparecchio ove si eseguono tali fumicazioni.

L'acido solforoso serve ancora ad arrestare la fermentazione del vino, ed a conservare il *mosto* per un tempo più o meno lungo. In simili casi si può averlo bruciando de' solfanelli nell'interno delle botti prima di mettervi il mosto. Si mettono anche de' vini già fermentati nelle botti solforate per diminuirne l'intensità del colore, ed in molti paesi si unisce il vino ordinario al mosto tenuto nelle botti ripiene prima di acido solforoso.

Quando il gas solforoso è respirato, agisce come un forte eccitante; irrita le parti interne su cui è messo a contatto, produce la tosse, stringimento al petto, asfissia, e quindi, se prosegue a respirarsi, la morte.

Acido iposolforico.

467. Gay-Lussac e Welter ottennero nel 1820 un altro composto di ossigeno e solfo a cui diedero il nome di *acido iposolforico* (*Ann. de Chim. et de Phys. tom. X. pag. 312*).

Estrazione e proprietà.

Si ottiene quest'acido facendo passare attraverso dell'acqua, che tiene in sospensione il perossido di manganese in polvere, l'acido solforoso che si sviluppa da un mescuglio di carbone ed acido solforico. Si producono due composti solubili, un iposolfato cioè, ed un solfato di manganese; dappoichè il perossido è portato ad uno stato di ossidazione minore mercè l'acido solforoso, il quale si appropria di una parte del suo ossigeno. Si versa allora nel liquido un leggiero eccesso di barite, sino che cambia in rosso la carta di curcoma, o in verde lo sciroppo di viole: si precipita con questo mezzo tutto l'ossido di manganese e l'acido solforico, e nel liquido resta il solo iposolfato di barite. Dopo ciò si fa passare una corrente di acido carbonico nel liquido onde precipitar tutta la barite in eccesso allo stato di carbonato, e dopo essersi fatto bollire per pochi minuti si filtra. Ciò che passa sotto del filtro si svapora per ottenere cristallizzato l'iposolfato di barite, il quale poi sciolto nuovamente nell'acqua, si scompone con tanta quantità di acido solforico finchè non produce più precipitato. Il liquido filtrato, che contiene l'*acido iposolforico*, si concentra sotto la campana di una macchia pneumatica fino che la sua densità giunga ad 1, 347.

Proprietà.

Quest'acido è senza colore e senza odore. Riscaldato appena, quando è così concentrato, si scompone, si sviluppa l'acido solforoso e si riproduce l'acido solforico. L'ossigeno, il cloro e l'acido nitrico concentrato non lo scompongono alla temperatura ordinaria.

Composizione.

Quest'acido è formato, calcolando su la composizione dell'iposolfato di barite, da 100 di solfo e 125 di ossigeno, non compresa l'acqua che può contenere; o da 100 parti di acido solforoso e da 125 di acido solforico, o pure da 1 atomo di solfo, e 2 atomi e mezzo di ossigeno.

Acido solforico.

468. Sembra che i chimici Arabi abbiano i primi avuto conoscenza dell'acido solforico. Basilio Valentino ne fa menzione fin dal secolo XV. Il Dott. Roebuk immaginò il processo onde ottenerlo nelle camere di piombo, e ne stabilì delle fabbriche a Prestonpans nella Scozia. Lavoisier ne dimostrò pel primo la sua natura. Ma le conoscenze più esatte di quest'acido le dobbiamo a Clément e Desormes (1), i quali stabilirono una teoria esatta su la sua formazione. Chaptal dopo ne intròdusse le fabbriche in Francia per ottenerlo in grande, e Gay-Lussac (1) e Berzélius (2) contribuirono a determinare con precisione le proporzioni di ossigeno e di solfo che entrano nella sua composizione.

Stato naturale.

L'acido solforico è abbondantemente sparso in natura, ma quasi sempre allo stato di combinazione. Si trova soprattutto in vicinanza dei Vulcani, combinato agli ossidi di ferro, di calcio, di alluminio, ec. Si rinviene pure nella maggior parte delle acque minerali, ed in quelle dei pozzi e del mare. Baldassari lo ha rinvenuto allo stato isolato presso Santa-Fiora ne'dintorni di Siena, nelle grotte della piccola montagna chiamata *Zoccolino*. Pictet lo ha trovato anche presso Aix in Savoja, ma combinato a picciola quantità di solfato di calce, ed io l'ho rinvenuto sovente in grande eccesso combinato a qualche ossido metallico in molti prodotti vulcanici.

Estrazione.

L'acido solforico si può avere distillando il protosolfato di ferro (vitriolo di ferro) deaquificato ad una temperatura molto elevata. Così ottenuto è assai concentrato e fumante, ed era conosciuto col nome di *acido solforico glaciale*. Quest'acido che così ancora si fabbrica in

(1) Ann. de Chim. I. 59,
(2) Mem. d'Arcueil, t. I.

Nordausen ed in diverse altre parti di Allemagna, si ottiene anche allo stato solido con una seconda distillazione, circondando il recipiente di ghiaccio. Nelle fabbriche però che sono istituite in diverse parti di Europa, si fa uso di un altro metodo per ottenerlo in grande. Questo consiste nel bruciare un mescuglio di 8 a 9, e sino a 12 parti di solfo ed 1 di nitrato di potassa (nitro) in una gran camera di legno, vestita nell' interno di lamine di piombo (1), ed il cui suolo trovasi coverto di acqua, avendo comunicazione con altre camere allo stesso modo preparate. In questa operazione si produce l'acido solforico dall' azione dell'acido solforoso sull'acido nitroso, che resulta dal gas deutossido di azoto dietro l'assorbimento che fa dell'ossigeno dell'aria. La presenza dell'acqua nelle camere facilita tale reazione, e quindi il deutossido di azoto che ne resulta dopo aver mutata una parte di acido solforico, si muta un altra volta in acido nitroso coll'ossigeno dell'aria, che poi cede come prima all'acido solforoso e lo muta in acido solforico; continuandosi così questo processo dietro il medesimo principio di composizione e scomposizione, le acque contenute nel piano delle camere di piombo divengono a poco a poco fortemente acide (2).

---

(1) Il nostro fu abile chimico Ferrara, che costrui una gran fabbrica di acido solforico in Napoli vicino Capodimonte, sostituì alle lamine di piombo un mastice formato dal solfo fuso con sabbia bianca quarzosa.

(2) Molte modificazioni sono state apportate nel processo della fabbricazione dell' acido solforico. Dakin conoscendo la necessità dell'aria atmosferica nell' interno delle camere, immaginò un mezzo d' introdurla con una pompa comprimente, in modo da renderla anche capace d' innalzare colla sua forza l' acqua contenuta nel di loro pavimento, e distribuirla nell' alto e nell' intorno delle pareti delle camere indicate, affinchè multiplicando all' infinito le superficie, si avesse potuto metterla in contatto quasi con tutto il fluido gassoso. Egli immaginò dippiù un mezzo onde produrre nelle suddette camere una pressione ad oggetto di rendere più breve l'operazione, ottenendo così l'acido più concentrato, e risparmiando il tempo e la spesa per la svaporazione.

Hill ed Haddock hanno anche sostituito al solfo le *piriti* (*metallic sulphurets*), ottenendone dopo da' residui dell' operazione i metalli facili ad essere interamente ridotti. Essi mettono queste sostanze nè vasi adattati, come nel processo ordinario, riscaldandoli dopo affinchè il solfo possa vaporizzarsi ed acidificarsi, ed introducendo contemporaneamente l' acqua allo stato di vapore nell' interno delle camere e l' acido

469. Questa teoria, che è dovuta a Clément e Desormes, viene provata col seguente decisivo sperimento:

Si prenda un globo di cristallo con robinetto di acciajo, se ne estragga l'aria per mezzo di una buona macchina pneumatica, e quindi si avviti al robinetto di una piccola campana di cristallo graduata e piena di mercurio. S'introducano in questa campana 30 parti di gas acido solforoso secco (che si fanno passare nel globo di cristallo aprendo poco per volta i due robinetti) 15 parti di gas ossigeno, e 5 parti di gas deutossido di azoto egualmente secchi. Appena questi gas vengon mescolati si formeranno solamente de' vapori rossi di acido nitroso, ma introducendo qualche goccia di acqua nel recipiente, vi sarà condensazione accompagnata da vapori bianchi e densi, che daranno luogo ad una sostanza bianca solida, la quale si attacca nelle pareti interne del recipiente sotto forma di aghi cristallini. Aggiungendo più acqua nel recipiente si svilupperanno vapori rossi di gas nitroso, e distruggendosi la reazione de' cristalli indicati si troverà l'acido solforico. L'acido nitroso allora sviluppato, incontra l'acido solforoso in eccesso e ne cambia una porzione in acido solforico; passa nuovamente in deutossido di azoto, e prosegue così finchè tutto l'acido solforoso siasi cambiato in acido solforico. Tutti questi fenomeni hanno luogo ora con uno sviluppo di vapori rossi, quando si forma l'acido nitroso, ed ora con quello di vapori bianchi, allorchè si produce l'acido solforico.

L'acido solforico che si ottiene dalla combustione del solfo nelle camere di piombo, siccome trovasi mescolato a molt'acqua, all'acido solforoso, acido nitroso, acido nitrico, ed al solfato di piombo; così per depurarlo si riscalda in caldaje basse di platino o di piombo, fino a che segni 55 gradi all' areometro di Baumè, e dopo si distilla nelle storte di vetro o di grès a ciascuna delle quali si adatta un recipiente semplice. Coll'azione del calore si vo-

---

nitroso proveniente da un mescuglio di acido nitrico e melassa (V. il §. 470). Questo nuovo modo però di ottenere l'acido solforico non è stato dopo abbastanza confirmato.

latilizza la maggior parte dell'acqua, tutti gli acidi nitrico, nitroso, e solforoso.

Quando la sua concentrazione è giunta a 66° dello stesso areometro, si deve sospendere l'azione del fuoco. L'acido che rimane nelle storte, e che contiene poco solfato di piombo, si conserva in bocce di cristallo per gli usi di commercio. Per gli usi chimici però bisogna depurarlo maggiormente distillandolo a 300 di Fahr., in cui l'acido si condensa nel recipiente, ed il solfato di piombo rimane nel fondo della storta.

470. Dopo che questa teoria fu conosciuta, Gay-Lussac dietro un altro sperimento cercò dedurne, che il deutossido di azoto non entrava punto come agente in questa operazione, e che l'acidificazione completa dell'acido solforoso si operava mercè l'acido nitroso. Egli dedusse ciò dall'avere osservato, che facendo il vôto in un recipiente in cui si erano già deposti i cristalli di acido solforico, come nello sperimento di Clement e Desormes, e riempendolo dopo di gas carbonico, l'aggiunta di qualche goccia di acqua faceva sviluppare con effervescenza l'acido nitroso sotto forma di vapori rossi rutilanti; ciò che provava che ne' cristalli di acido solforico contenevasi l'acido nitroso e non già il deutossido di azoto, come avevano prima opinato gli autori della teoria enunciata. Ma Payen dopo altre considerazioni, anche della nuova opinione di Gay-Lussac non volle rendersi partigiano. In fatti quando s'introduce nelle camere l'acido nitroso, l'acido solforoso ed un poco di vapore di acqua, vi ha condensazione de' gas nella formazione dell'acido solforico, e l'acido nitroso perde il suo colore perchè passa in deutossido di azoto. Il vôto prodotto mercè la condensazione indicata è rimpiazzato dalla rientrata dell'aria; allora i vapori rutilanti di acido nitroso ricompariscono, la reazione ha un altra volta luogo come prima, e se si chiuda la comunicazione coll'aria, i vapori rossi si vedranno anche sparire, dopo che la formazione e la condensazione di una novella quantità di acido solforico avrà avuto luogo. Ciò prova che il deutossido di azoto in quest'operazione v'abbia la maggiore influenza, poichè in ogni volta che i gas sono in contatto, quando l'acido nitroso cambiasi in deutossido di azoto,

e l'acido solforoso in acido solforico, spariscono i vapori rutilanti, e questi ricompariscono alla rientrata dell'aria, perchè il deutossido di azoto assorbendone l'ossigeno passa in acido nitroso. Le osservazioni però di Gay-Lussac non sono prive di altri ragionamenti. Di fatti si conosce che l'acido nitroso versato nell'acido solforico concentrato vi si combina e vi determina una cristallizzazione istantanea, e che l'acido nitroso trovasi anche combinato nell'acido solforico liquefatto ; il che prova che l'acido nitroso ha realmente un'azione diretta su l'acido solforico, sia che esso abbia concorso integralmente alla sua formazione, o che la unione sia avvenuta dopo la sua formazione.

471. Molte modificazioni sono state apportate su la fabbricazione dell'acido solforico. Noi descriveremo quelle che sono ora più generalmente eseguite in Francia.

Si abbia una camera di legno coverta nell'interno da lamine di piombo, di una grandezza media di 20, 000 piedi cubici di capacità, e di cui le dimensioni più opportune siano: lunghezza 50 piedi, larghezza 27 piedi, ed altezza 15 piedi. Ad uno degli estremi del piano inferiore della camera vi dovrà essere un cilindro di piombo di 8 piedi di diametro e di 6 di altezza, che entri nell'interno della camera almeno 10 pollici di sopra del suo piano, ove deve mettersi l'acqua, e che poggi coll'altro estremo ripiegato, per contenere un poco di acido già fatto, sul piano di un fornello, nel quale poi si mette una padella di ferro di 3 piedi e 4 pollici di diametro per bruciarvi il solfo. Ad un lato del cilindro vi si pratica una piccola porta di 2 piedi alta, e 18 pollici larga, che abbia un piccolo foro nel basso di 1 pol. di diametro, per introdurre il mescuglio di solfo e nitro nella padella di ferro. Ad un altra parte, 2 piedi sopra la padella indicata, vi si fa passare un grosso tubo di vetro piegato ad un angolo retto, il quale trovasi adattato sopra un matraccio che contiene 500 gram. di melassa, e 4 chilogram. di acido nitrico a 30 gr.: questo si pone in un altro fornello su lo stesso piano di quello che contiene la padella, ma fuori del cilindro di piombo, cui serve di camino per introdurre nella camera il vapore del solfo e l'acido nitroso. All'estremità opposta della stessa camera, nell'alto, vi si adattano

due camini di legno dell'altezza almeno di 15 piedi, per determinare nell'interno della camera una grande corrente di aria, avendo ciascuno nel basso una valvola ad acqua di 18 pollici quadrati.

Il tutto essendo così disposto, la porta e le valvole chiuse, si accende il fuoco sotto la padella di ferro, e quando la temperatura è tale da infiammare istantaneamente il solfo, vi si mettono 50 chilogram. di solfo, e si riscalda contemporaneamente il matraccio per isviluppare l'acido nitroso (1). Dopo due ore almeno che la combustione del solfo ha avuto luogo, si apre il robinetto di una caldaja a vapore, la quale abbia una superficie riscaldante di 5 piedi quadrati, e che stia nella direzione della metà della lunghezza della camera. Questo rubinetto sarà adattato ad un tubo, che s'introduce sino nella metà dell'altezza della camera, del diametro di 1 pollice, ma che termina nell'alto con un apertura di 6 linee, affinchè il vapore esca con pressione; e simile introduzione deve durare sino a che 50 chilogram. di acqua ridotti in vapori siansi introdotti nella camera, ed assorbiti dall'acido che si forma.

Dopo qualche minuto che l'introduzione del vapore nell'interno della camera ha avuto luogo, vi succede una condensazione. In questo caso bisogna aprire il piccolo foro che è nella porta attaccata al cilindro di piombo, affinchè l'aria possa introdursi nella camera; ed allorchè l'introduzione del vapore sarà finita (ciò che avrà luogo almeno un ora dopo del termine della combustione del solfo, e dello sviluppo del gas nitroso) si chiude un altra volta l'apparecchio, onde operare una novella condensazione di vapori. Quando questa sarà finita, si apre sì la porta interna del cilindro di piombo, che le due valvole ad acqua, ad oggetto di rinnovare l'aria nell'interno della camera il più generalmente possibile. Si ricomincia un altra operazione come la prima, colle stesse proporzioni di materiali; e ciò può ripetersi sino alla terza volta nel corso di ventiquattr'ore, e qualche volta anche sino alla

(1) Dal residuo della melassa trattata con l'acido nitrico, se ne ricava l'acido ossalico (V. quest'acido).

quarta. Ma onde non esser soggetti ad una continuata assistenza, ed agli inconvenienti che spesso si presentano, sarà meglio farne due solamente, perchè allora la condensazione è più perfetta, e le lamine di piombo della camera vengono meno dilatate ed alterate.

Il fondo della camera deve mantenersi costantemente coverto da uno strato di liquido, e deve avere una inclinazione almeno di 18 centimetri, cominciando dal punto ove è il fornello, in modo che la sua altezza in questa parte sia di 4 pollici e 22 nell'altro estremo della camera, cacciandone però in ogni giorno la sola quantità di acido eccedente a questo livello, allorchè la sua concentrazione è giunta a 40° di Beaumè. In alcune fabbriche quest' acido si ritira dopo che la sua concentrazione è più forte, cioè a 50°, onde economizzare maggiormente il combustibile per la sua svaporazione; l'esperienza però ha provato, che in tal maniera se ne forma minor quantità, poichè quando la densità si porta sino a 50°, assorbe molto acido nitroso, e per conseguenza la mancanza di quest'ultimo impedisce il passaggio dell'acido solforoso in acido solforico, per le ragioni precedentemente esposte. L'acido ottenuto mercè l'introduzione del vapore è privo di solfato di calce, perchè allora l'acqua entra nella camera come se fosse distillata.

472. Un altra maniera di produrre l'acido nitroso consiste, nel riscaldare fortemente in un cilindro di ferro un mescuglio di nitro e vitriolo di ferro in peso eguale deaquificato al fuoco, ed introdurre il gas dentro delle camere. In tale reazione formasi nitrato di protossido di ferro, ma questo si scompone col calore e si avrà perossido di ferro, acido nitroso e deutossido di azoto. Deve però introdursi questo mescuglio de' due gas nelle camere contemporaneamente al semplice gas solforoso, e non mettervi ancora acqua nel fondo delle medesime onde impedire la condensazione dell'acido nitroso, e dar luogo a'gas di mescolarsi, ma senza reagir l'uno sull'altro. Quando si giudicherà che le camere sonosi ripiene de' gas, il che avviene dopo qualche ora, vi si farà passare sollecitamente l'acqua in vapori, proveniente da una caldaja a vapore, in modo che ne riempia subito le camere; la

reazione allora avrà luogo come nell'altro processo, e si avrà maggior quantità di acido solforico.

Col processo e colle precauzioni indicate, non si va soggetti a quegl'inconvenienti che prima erano frequenti nelle fabbriche di acido solforico, dette a *corrente continua di aria*; dappoichè si è osservato che ne' tempi rigidi dell'inverno si ottiene poca quantità di acido condensato, ciò che attribuivasi ad un accidente particolare detto comunemente *malattie delle camere*. Dopo però fu conosciuto che il più delle volte ciò avveniva per l'abbassamento della temperatura; per lo che prima di cominciar l'operazione riscaldandosi l'interno delle camere per mezzo del vapore, da allora gl'inconvenienti si videro cessare; in fatti ciò non accade nell'està, in cui la temperatura dell'aria è bastante a produrre l'effetto. Si è dippiù osservato, che o nella rifazione delle camere, in cui bisogna togliere l'acqua già acidolata dal loro fondo, o nel cominciare direttamente l'operazione, che fa duopo, come si è precedentemente esposto, mettervi una quantità di acqua, è sempre più utile riscaldar prima le pareti interne della camera col vapore acquoso, dopo averne coverto il fondo con un acqua debolmente acidolata dall'acido solforico che segni almeno 10°, ovvero 12° di Beaumé, giacchè quando si mette l'acqua ordinaria si ottiene sempre poca quantità di prodotto.

La svaporazione e concentrazione dell'acido ottenuto nelle camere, è stata dopo anche modificata. Fatta la prima concentrazione nelle caldaje di piombo poco profonde e di larga superficie, sino a che l'acido segna 50° all'areometro di Beaumè, si fa passare nelle caldaje di platino fatte a guisa di cucurbite, col loro opportuno capitello anche di platino. Con questo mezzo si ha una grande economia sul combustibile e su le storte di vetro che bisognava prima impiegare. È duopo però avvertire, che quando l'alambicco di platino contiene l'acido abbastanza concentrato, se allora per accidente vi si trova del piombo, a quella temperatura questo si combina al platino, col quale formando una lega fusibile si producono in quelle parti de' fori più o meno grandi. Dopo ciò bisogna essere accorti a non introdurvi l'acido che contiene del piombo

od a farvi cadere in esso de' grani di questo metallo; e nel caso che ciò accadesse si potranno anche chiudere questi fori adattandovi dei pezzi di platino, che vi si fissano col mezzo dell'oro come saldatura.

In alcune fabbriche la concentrazione si fa direttamente nelle caldaje di platino, come più opportune e più economiche che gli alambicchi dello stesso metallo, ed allora non occorre avere le caldaje di piombo, nè distillare il liquido come si fa colle storte, ma concentrarlo per semplice evaporazione.

Proprietà.

473. Quest'acido nello stato di purità è scolorato; ha una consistenza oleosa, è molto corrosivo, agisce con grande energia su le sostanze vegetali ed animali, attira prontamente l'umido dell'atmosfera e sviluppa molto calore quando si unisce all'acqua. Questo effetto che è dovuto alla condensazione dell'acqua su l'acido, si prova mettendo in un tubo da barometro chiuso da una parte, tanto acido solforico che ne occupi la metà, e quindi si finisce di riempirlo con acqua semplice, chiudendone dopo ermeticamente l' orificio con un sughero. Basterà allora rovesciare il tubo, perchè l'acqua portandosi nella parte superiore, coll'attraversare l' acido solforico svilupperà molto calorico, lasciando dopo un vôto nel tubo stesso. Quando poi si mescola 1 parte di quest'acido e 4 di neve in polvere, si produrrà un freddo di — 18°, il quale è sufficiente a congelare lo stesso acido solforico, soprattutto se contiene un poco di acqua. Facendo passare l'acido solforico per un tubo stretto di porcellana rovente, esso viene scomposto, e si muta, secondo Gay-Lussac, in acido solforoso e gas ossigeno. All'azione della pila quest'acido è parimente scomposto; il solfo si attacca al polo negativo del filo di platino, ed una porzione dell'acido non iscomposto forma una macchia scura sul filo positivo, che è dovuta probabilmente al solfuro di platino. Il suo peso specifico a — 20° è, secondo Thénard, 1, 842.

L'acido solforico bolle a + 326° centigradi. Quando l'acido è concentrato abbastanza si vaporizza in forma di fumi bianchi, i quali provocano fortemente la tosse, ma in tal caso esso non è punto alterato, e se l'operazione

si fa in vasi chiusi, si condensano in liquido un'altra volta. L'acido fumante di Nordhausen diviene solido a — 12 gradi centigr. e quello acquoso ordinario si solidifica a — 32.° Il primo si rappiglia in una massa composta di piccoli aghi cristallini, e l'ultimo presenta de' prismi regolari a 6 lati ma schiacciati.

L'acido solforico è fortemente igrometrico. Potendo esso assorbire e combinarsi in tutte proporzioni coll'acqua, il suo peso specifico deve conseguentemente variare. Dalton ha cercato paragonar la densità di quest'acido anidro collo stesso acido allungato; ma egli osservò, dietro sue più accurate sperienze, che la differenza fra l'acido che ha solo 81 per 100 di acido reale e quello che ne ha 68, è si poco rilevante da non potersi esattamente valutar la quantità di acido anidro contenuto in ogni 100 parti di acido sottoposto all'esperienza; in conseguenza trovò più confacente osservare il punto di ebollizione, il quale aumenta coll'anidrezza dell'acido e diminuisce allorchè più si allunga con acqua ed in una progressione costante; ovvero ricercar la quantità di acqua necessaria, onde portare la sua densità ad 1,78, anzichè dedurre lo stato di sua concentrazione, o di *anidrezza* dalla *densità* solamente.

Ure poi fa osservare che la temperatura influisce potentemente ad alterar la densità dell'acido, come avviene per l'alcool e per gli altri liquidi. Egli raccomanda osservare esattamente lo stato del termometro ogni volta che si vuol conoscere la densità di quest'acido; e potè dopo reiterate ricerche stabilire, che per ogni 6 gradi della scala centigrada, cambiasi il peso specifico dell'acido di 0,005; cosichè l'acido che a + 15° pesa 1,848, a + 100° pesa solamente 1,772 gradi centigradi.

474. L'idrogeno ed il carbone scompongono facilmente quest'acido ad una temperatura inferiore al calor rosso. Si forma acqua ed acido solforoso, adoperando l'idrogeno, acido carbonico ed acido solforoso, facendo uso del carbone.

Secondo Vogel quest'acido può sciogliere il solfo, ed acquistare un colore azzurro, verde e bruno, secondo la proporzione che può tenerne in soluzione.

Il fosforo ed il solfo scompongono anche l'acido sol-

forico, quando lo attraversano in un tubo stretto di porcellana rovente. Si forma l'acido fosforico o fosforoso, l'acido solforoso, ec.

Non si conosce con precisione l'azione del cloro, del bromo, del iodio, e del fluoro su l'acido solforico. Quasi tutti gli altri corpi ossigenabili semplici lo scompongono ad una temperatura più o meno elevata.

Composizione.

Si sono fatti molti sperimenti per conoscere la composizione dell'acido solforico. Secondo Gay-Lussac, facendo passare l'acido solforico attraverso un tubo stretto di porcellana rovente, si ottengono 2 volumi di gas solforoso ed 1 volume di gas ossigeno, i quali danno in peso 100 di solfo e 149, 16 di ossigeno. Berzélius, il quale ha esaminato la composizione del solfato di piombo, ha trovato quest'acido composto, facendo astrazione dell'acqua, da 100 di solfo e 149, 128 di ossigeno, ovvero da 1 atomo di solfo e 3 atomi di ossigeno.

Usi — Nelle arti si fa grande uso dell'acido solforico, nelle quali si conosce col nome di *olio di vitriolo*. Serve ad ottenere la soda artificiale, l'allume, il vitriolo di ferro, di rame e di zinco; e soprattutto a sciogliere l'indaco, per lo quale però si preferisce l'acido concentrato di Nordhausen, il quale preparasi anche in Sassonia, in Francia ed in altri luoghi espressamente per questo uso. I chimici lo adoperano nella preparazione di molti altri acidi, in quella dell'etere, a scomporre un gran numero di altre sostanze, ec.

L'azione di quest'acido su l'economia animale è molto energica. Esso disorganizza le parti che tocca, agisce come uno de' caustici violentissimi, e quando è preso internamente produce la morte ne' più vivi ed atroci dolori, (V. il mio *Dizionario di Farmacia generale* pag. 43).

Cloruro di solfo, o acido clorosolforico.

475. Thomson fece conoscere nel 1804 (1) un composto di cloro e di solfo che chiamò *cloruro di solfo*;

(1) Nicholson's Journ. IV, 102.

ma Berthollet figlio, e Bucholz ne esaminarono dopo con maggior precisione le sue proprietà. *(Mem. d'Arcueil I, 116.)*

Estrazione e proprietà.

Si ottiene il cloruro di solfo, facendo passare una corrente di gas cloro in fondo di un tubo in cui si mettono i fiori di solfo; o pure riscaldando il solfo in un recipiente che contiene il cloro disseccato. In breve tempo la combinazione ha luogo, e si forma un liquido di color rosso-bruno, che è il cloruro di solfo. 100 grammi di solfo ne assorbono ordinariamente circa 200 di cloro.

Questo liquido ha un odore forte ed analogo a quello delle alghe marine; provoca sovente le lacrime agli occhi, ed ha un sapore acido, caldo ed amaro. Appena si mette a contatto coll'acqua, entra in una viva ebollizione e si sviluppa molto calore: l'acqua è scomposta, si ha l'acido idroclorico, l'acido solforoso, un poco di acido solforico ed un deposito di solfo. L'alcool e l'etere producono presso a poco gli stessi effetti. La sua azione su l'ammoniaca è accompagnata anche da sviluppo di calorico; si precipita il solfo che trasporta un poco di ammoniaca, e forma un solfito, un solfato, ed un idroclorato di ammoniaca, e vi ha ancora formazione di densi vapori di un bel rosso violaceo. Esso attacca il mercurio e vi forma un solfuro ed un cloruro. Riscaldato in una storta di vetro non si scompone, ma in contatto di altre sostanze combustibili lo può essere facilmente.

Il suo peso specifico, calcolato da Thomson, è 1,623; secondo Berthollet figlio 1,7, e Bucholz lo ha trovato di 1,699. Questo cloruro a cagione delle sue proprietà acide, è stato anche chiamato *acido clorosolforico.*

Composizione.

Secondo gli sperimenti di Davy, 6 centigrammi di solfo assorbono 491 centim. cub. di cloro, ossia 1 gr. $\frac{1}{7}$; donde ne segue che questo cloruro è composto da 2 di solfo, e da 4,575 di cloro, o da 1 atomo di solfo ed 1 atomo di cloro. Thomson poi lo crede formato da 1 atomo di cloro e 2 atomi di solfo, oppure da 100 di cloro ed 88,88 di solfo.

Bromuro di solfo.

476. Mettendo in contatto il bromo col solfo sublimato, si ottiene un liquido di aspetto oleoso, che è il *bromuro di solfo*. Questo bromuro ha colore rosso-scuro; spande de' vapori bianchi all'aria, come fa il cloruro di solfo, e muta in rosso il tornasole. Allorchè si mette in contatto coll'acqua alla temperatura ordinaria, si scompone lentamente, ma se quella è bollente, ne avviene una leggiera detonazione; l'acqua allora ed il bromuro essendo scomposti, si ottiene coll'idrogeno e bromo l'acido idrobromico, coll'ossigeno e solfo l'acido solforico, e coll'idrogeno e solfo, l'idrogeno solforato. Il cloro scompone anche questo bromuro, e ne separa il bromo allo stato di vapori, combinandosi coll'idrogeno.

Joduro di solfo.

477. Gay-Lussac esaminò la prima volta questo composto, e l'ottenne facendo fondere un miscuglio di solfo e di iodio in un tubo stretto e chiuso da una parte. Esso è nero-bigiccio, e la sua struttura è raggiante come il solfuro di antimonio. Unito all'acqua e distillato in una piccola storta lascia sviluppare vapori violetti.

Composizione.

L'analisi di questo ioduro non ancora è stata fatta, ma si crede da Thomson analogo al cloruro di solfo, e perciò formato da 1 atomo di iodio ed 1 atomo di solfo, ovvero da 785, 81 del primo e 100 dell'ultimo. *(Systèm. de chim. I, 326.)*

Solfocianogeno o solfuro di cianogene.

478. Liebig ha isolato questo nuovo corpo alogeno composto, nel seguente modo: Si sciolga il solfocianuro di potassio (V. vol. III., art. *solfocianuri e idrosolfocianati*) in poca acqua calda, e si scomponga il liquore con una corrente di gas cloro, agitandolo continuamente durante l'assorbimento del gas (1).

(1) Se il solfosale contenesse eccesso di potassa, sarà duopo saturar quest'alcali coll'acido idroclorico prima di farvi passare il cloro.

Si forma cloruro di potassio, ed il solfocianogeno si precipita in forma di polvere giallo-rossiccia, colore che diviene tanto più rosso per quanto più il liquido adoperato sarà concentrato.

Il solfocianogeno lavato si agglomera fortemente nel disseccarsi; è dolce al tatto; macchia i corpi con cui mettesi a contatto; ritiene con forza l' acqua, ed è insolubile in questo liquido. L'acido nitrico lo cambia in acido solforico, in acido carbonico ed ammoniaca. Non si scioglie nella liscivia di potassa caustica, ma questa lo scompone e ne altera il colore. Esso sciogliesi nell' alcool e nell'acido solforico senza scomporsi. Riscaldato col potassio vi si combina con isviluppo di molta luce, e si ottiene una massa salina fusibilissima, che si compone di solfocianuro di potassio, con cianuro e solfuro dello stesso metallo.

Composizione — Il solfocianogeno è un composto di solfo, di carbonio e di azoto, ovvero di cianogeno e solfo. Dietro l'analisi di Liebig, 100 parti in peso resultano, da 44, 91 di cianogeno, 55, 09 di solfo: oppure da 20, 63 di carbonio, 24, 28 di azoto (composizione del cianogeno), e 55, 85 di solfo, proporzione che Berzélius crede più esatta che quella di 55, 09.

Cianogeno idrosolforato.

479. Secondo Wohler facendo passare simultaneamente nell'acqua il gas cianogeno e l'idrogeno solforato, agitando bene il mescuglio de' due gas, il liquido diviene giallo, e si depongono poco a poco de' fiocchi densi di color giallo arancio, i quali esaminati con una lente presentano un aggregato di aghi finissimi. Si lavano questi con poca acqua fredda, poi si sciolgono nell' alcoole bollente, e col raffreddamento si avrà il *cianogeno idrosolforato* in forma di piccoli cristalli brillanti ed opachi, di un bel colore rosso-arancio.

Il cianogeno idrosolforato è poco solubile nell' acqua fredda, che colora in giallo; ma al calore dell' ebollizione vi si scioglie in maggior copia, e col raffreddamento se ne depone l'eccesso. Lo stesso avviene coll'alcoole. Può

sublimarsi facilmente, ma si scompone in parte cambiandosi in solfuro di ammoniaca e carbone. Riscaldato sotto una campana ricurva assieme colla limatura di rame o di ferro, si scompone, dà ammoniaca, ed un solfuro del metallo adoperato mescolato al carbone senza somministrare acido carbonico, circostanza che prova non contenere affatto ossigeno il cianogeno solforato. L' acido solforico lo scioglie, e l' acqua lo precipita senza scomporsi. Anche gli alcali caustici lo sciolgono, e gli acidi lo precipitano in quello stato in cui era prima di combinarsi all' alcali.

Composizione — L' analisi di questo nuovo composto non è esattamente stabilita. Wohler lo crede formato da 53 per 100 di solfo, dal carbonio e dall'azoto, nelle proporzioni contenute nel cianogeno.

Del idruro di solfo, o solfo idrogenato

480. Questo composto scoperto da Schéele fu dopo più esattamente esaminato da Berthollet. (*Ann. de Chim. t. XXV, p. 233.)*

Stato naturale ed estrazione.

Il solfo idrogenato non ancora si è trovato in natura. Berthollet figlio, e Davy ammettono la presenza dell' idrogeno nel solfo, ma non vi è contenuto in quelle stesse proporzioni che si trova nell' *idruro di solfo*. Si ottiene facilmente mettendo il solfo molto diviso in contatto dell' idrogeno solforato allo stato di gas nascente; lo che si ottiene versando una soluzione acquosa di *solfuro idrogenato di potassa* (V. solfoidrati al Vol. III.) nell' acido idroclorico liquido. Quindi succede che l' acido combinasi alla potassa colla quale forma un sale solubile, ed il solfo e l' idrogeno solforato si uniscono, per formare un liquido di consistenza oleosa, che è l'idruro di solfo e che si depone nel fondo del vaso.

Proprietà.

L'idruro di solfo ha un odore ed un sapore analogo a quello delle ova putrefatte, ma meno forte. Esposto all'aria si scompone spontaneamente alla temperatura ordinaria; il solfo si precipita sotto forma di grumi griggi, e l' i-

drogeno solforato si sviluppa allo stato di gas. Esso è scomposto egualmente col calore, e s' infiamma coll' accostarvi una candela accesa. L'acqua non lo scioglie, nè lo scompone.

L' idruro di solfo attese le proprietà indicate sembra che sia piuttosto un composto d'idrogeno solforato con più solfo, che una combinazione d' idrogeno e di solfo. Esso è stato poco studiato, e non ha usi.

Acido idrosolforico ossia idrogeno solforato.

481. Rouvelle fu il primo a conoscere l'infiammabilità di questo gas. Scheele nel 1777 ne esaminò la sua natura, ed in seguito fu studiato da Bergman, Kirwan, Chausier, e da Berthollet (1); ma Davy, Gay-Lussac, Thénard e Berzélius ne hanno dopo esaminata con maggior precisione anche la sua composizione. Esso era conosciuto co' nomi di *gas epatico*, e fu detto anche *acido idrotionico*.

Stato naturale ed estrazione.

Quest' acido si è trovato sovente in molte acque minerali dette *solforose*, come in quelle di *Aix la Chapella*, nella così detta *acqua solfurea* vicino S. Lucia in Napoli, ed in altri luoghi dello stesso Regno. Si produce nelle cattive digestioni, e nella scomposizione di molti solfuri. Si ottiene allo stato di gas col fare agire l' acido solforico allungato sul solfuro di ferro (formato con 3 parti di limatura recente di ferro e 2 di zolfo fusi insieme). Può adoperarsi ancora il mescuglio di acido idroclorico allungato e solfuro di antimonio. Il gas si raccoglie su l' acqua, e per gli sperimenti esatti si fa uso del mercurio.

Proprietà.

Questo gas è permanente, ha un odore fetido simile a quello delle uova fradice; brucia con fiamma turchino-pallida e depone il solfo. Cambia in rosso la tintura di tornasole, e non mantiene nè la combustione, nè la

(1) Ann. de chim. XIV, 294, et XXV.

respirazione. Il suo peso specifico, calcolato da Gay-Lussac e Thénard, è 1, 1912.

Questo gas se si fa passare per un tubo rovente, si scompone in parte, separandosi l' idrogeno ed il solfo. L' acqua ne assorbe più del suo volume, comunicandoli un sapore ed un odore analogo a quello del gas; e l' alcool può ritenerne circa sei volte il proprio volume.

L' ossigeno non ha azione su questo gas alla temperatura ordinaria. Se però un mescuglio de' due gas si accenda, detona fortemente, anche adoperando una scintilla elettrica, si forma acqua, gas solforoso, e sì precipita un poco di solfo. Il cloro ed il iodio lo scompongono anche a freddo. Si forma col primo l' acido idroclorico, col secondo l' acido idroiodico, ed il solfo viene parimente separato. Su questa proprietà è fondato appunto il processo per ottenere l' *acido idroiodico* (§. 396).

Gli acidi iodico, clorico, nitroso e nitrico, scompongono istantaneamente questo gas: si forma acqua ed il solfo si depone.

Il gas idrogeno solforato si unisce al cianogeno nel rapporto di 1, 5 ad 1 in volume, e vi forma una sostanza gialla che si cristallizza in aghi fini solubili nell' acqua, di cui la soluzione non annerisce quella del nitrato di piombo, come fa l' idrogeno solforato. La combinazione delle due sostanze gassose ha luogo lentamente, ed è facilitata allorchè i gas sono umidi.

Facendo sul mercurio un mescuglio di volumi eguali di gas solforoso ed acido idrosolforico secchi, condensandosi si avrà un corpo solido che aderisce alle pareti del tubo in cui si fa lo sperimento. Questo composto fu chiamato da Thomson, che lo scoprì nel 1818, *acido idrosolforoso*. Esso è solido, di color giallo arancio, ed ha sapore acido caldo. L' acqua, l' acido nitrico, l' alcool e l' acido solforico lo scompongono precipitandone il solfo. Quest' acido quando è secco non cambia in rosso la carta tinta col tornasole, ma se questa è appena umida viene mutata in rosso. Secondo Thomson è formato da 5 atomi di solfo, $=10$; da 4 atomi di ossige-

no = 4 ; e da 3 atomi d'idrogeno = 0 , 375. (*Thomson*, *supplément*, *281.*).

Composizione.

Quando si riscalda fortemente il solfo in una campana ricurva sul mercurio, che contiene il gas idrogeno, si forma acido idrosolforico che occupa lo stesso volume, donde risulta che l'idrogeno tiene in soluzione il solfo. Calcolando allora su la densità dell'idrogeno, e su quella dell' acido idrosolforico, esso è composto da 100 di solfo e 13 d'idrogeno.

Riscaldando egualmente lo stagno in una campana ricurva che contiene il gas idrosolforico, il volume del gas non è alterato, ed il solfo si combina interamente allo stagno.

Questo gas è sovente adoperato in chimica come reagente, e serve a preparare alcuni composti particolari, di cui sarà fatta parola parlando degl' idrosolfati.

Sua azione sull' economia animale.

Secondo Chaussier, Dupuytren e Thénard, l'acido idrosolforico, respirato allo stato di gas, è fra tutti gli altri gas il più corrosivo. Una passera che fu obbligata a respirare l'aria che ne conteneva appena $\frac{1}{1000}$ del suo volume morì sull' istante (*Thénard, Traité de Chim. édit. de 1821. I. 723*).

482. *Acido idrosolfocianico* (acido prussico solforato).

Rink nel mentre esaminava alcune sperienze fatte da Winter sopra i *prussiati*, scoperse questo nuovo acido. Tal fatto richiamato dall' oblio da Bucholtz, e confirmato coll'analisi da Porrett, somministrò a Vogel l'opportunità di studiare più esattamente il nuovo composto.

Per aver quest'acido si fa un mescuglio di parti eguali di fiori di solfo e *di cianuro di ferro e di potassio* (prussiato di potassa di ammercio) ; si fondono al calore di una lampada a spirito, e quando la massa è raffreddata si scioglie nell' acqua ; il liquore filtrato si scompone con tanta potassa caustica sino che non si precipita più ossido di ferro. Si filtra nuovamente, si svapora a secchezza, e sciolta dopo la massa nella minor quantità possibi-

le di acqua, si unisce alla metà del suo peso di acido solforico e si distilla. L'acido idrosolfocianico ottenuto nel recipiente, è trasparente e senza colore; bolle a + 103 centigr. e si cristallizza a — 10°. La sua densità è 1, 022. Esso non ha alcuna qualità che lo faccia confondere coll'acido idrocianico, ed in conseguenza i sali che forma, cioè gl' *idrosolfocianati*, non precipitano in azzurro le soluzioni di ferro; che anzi queste soluzioni quando sono neutre si mutano in rosso coll' acido idrosolfocianico, ciò che serve come carattere più esclusivo per distinguerlo dalle altre sostanze.

Quest' acido abbandonato all'aria si scompone, si cambia in un liquido bruno, e lascia deporre a poco a poco una sostanza gialla, la quale si ha similmente se l'acido mettesi in contatto delle correnti di cloro. Anche quando si espone all' azione di una pila energica producesi la stessa sostanza gialla, che si raduna col gas cianogeno al polo positivo, mentre l' idrogeno si svolge dal polo negativo. Esso è venefico anche ad alto grado, ma meno dell' acido idrocianico.

Composizione — L'acido idrosolfocianico resulta da un corpo alogeno composto, chiamato da Berzèlius *solfocianogeno*, e dall' idrogeno. Gli sperimenti fatti per separarlo riuscirono da principio infruttuosi, ma dietro più recenti ricerche di Liebig, il solfocianogeno è stato separato ed ottenuto allo stato di gas. Dopo accurata analisi quest'acido è composto, da 98, 32 di solfocianogeno, e da 1, 68 d' idrogeno; ciò che poi corrisponde ad eguale volume de' due gas.

Acido idrosolfocianico idrosolforato.

483. Secondo Zeise scomponendo un solfocianuro metallico con un acido, la scomposizione dell'acqua, dietro cui avviene l' ossidazione del metallo, fa nascere coll'idrogeno e collo zolfo l'acido idrosolforico, il quale, allorchè le circostanze sono favorevoli, resta in soluzione coll'acido idrosolfocianico, formandovi un composto de'due acidi, cioè *l'acido idrosolfocianico idrosolforato.* Quest' acido quando è puro non ha colore; l'acqua lo scompone rapidamente, ed impedisce che possa esaminarsi l' azione di molte sostanze sopra il nuovo acido doppio.

Esso si compone di 22, 34 di acido idrosolforico, e 77, 66 di acido idrosolfocianico; ciò che corrisponde presso a poco ad 1 volume del primo ed a 2 volumi del secondo.

Acido ipersolfocianico.

484. Wohler ottenne questo nuovo acido, riscaldando il solfocianuro di protossido di mercurio nel gas idrogeno solforato, o nel gas acido idroclorico. Si depongono alcune goccioline di un liquido scolorato nella parte più fredda del recipiente, ove si fa l'operazione; ma dopo alcuni istanti divengono giallicce, e si concretano in piccoli cristalli trasparenti, che si aggruppano in forma di stelle come il cloruro di iodio. Questi cristalli a poco a poco si scompongono spontaneamente, sviluppano l'acido idrocianico, e lasciano una massa gialla arancia, quasi opaca, ed insolubile nell'acqua, che è l'acido ipersolfocianico, e che Wohler considera come composto di acido idrocianico unito a due volte altrettanto solfo che stà nell'acido idrosolfocianico, dappoichè esso formasi dopo lo sviluppo di una parte di acido idrocianico.

Il radicale di questo nuovo acido, che dovrebb'essere l'ipersolfocianogeno, non è stato ancora isolato. Esso combinasi ad alcune basi e vi forma gl'ipersolfocianuri, che sono appena conosciuti. Se però tali combinazioni si considerano come solfosali, in cui l'elemento elettro-negativo sia il cianogeno unito ad una quantità doppia di solfo, questi sali si dovrebbero riguardare come *solfocianati.*

Carburo di solfo, o solfuro di carbonio.

485. Scoperto da Lampadius nel 1796 e designato col nome di *alcool di solfo*, fu dopo esaminato da Clement, e Desormes (1); da Berthollet figlio (2), da Cluzel, Vauquelin, Berzélius e Marcet (3).

(1) Ann. de Chim., tom. XCII.
(2) Mém. d'Arcueil, tom. I.
(3) Ann. de Chim. tom. LXXXIX.

Estrazione e proprietà.

Lampadius ottenne questo composto distillando il minerale detto *pirite* unito al carbone. Ma può aversi ancora facendo passare il solfo in vapore attraverso il carbone contenuto in un tubo di porcellana già fatto arroventare; avendo adattato alla sua estremità un allunga che comunica con un recipiente tubolato, a cui siasi anche posto un tubo ricurvo che deve immergersi in una bottiglia ripiena per metà di acqua. Si produce in questa reazione molto gas idrogeno solforato, e carburo di solfo in vapore: nel recipiente e nella bottiglia, tenute circondate di ghiaccio, si troverà il carburo di solfo liquido. I gas escono per l'altra tubolatura della bottiglia, e possono raccogliersi adattandovi un tubo ricurvo che si fa immergere nel tino a mercurio.

Il carburo di solfo è un liquido scolorato; ha odore fetido e sapore caustico. Brucia facilmente come l'alcool; scioglie il solfo, ed è solubile nell'alcool e nell'etere, da cui è precipitato coll'acqua, perchè insolubile in questo liquido. Il suo peso specifico è 1, 263. La sua forza refrattiva, esaminata da Wollaston, è 1, 645.

Mescolati insieme ossigeno e vapore di carburo di solfo, e quindi infiammati con una scintilla elettrica, detonano fortemente. Esposto all'aria si volatilizza senza lasciar residuo. Esso è composto, secondo Berzélius, da 100 di solfo e 17, 89 di carbonio e secondo; Vauquelin da 86 di solfo e 16 di carbonio.

Fosfuro di solfo.

486. Margraf esaminò la prima volta l'azione del fosforo sul solfo (Opusc. I, 11.); ma Pellettier (1), Briggs, Thénard (2), e Faraday ne han fatto dopo uno studio più esatto. *(Ann. de Chim. et de Phys. tom. VII., pag. 71.)*

Per aversi questo fosfuro si fanno fondere 2 a 3 gram. di fosforo in un tubo stretto e chiuso da una parte, al-

---

(1) Ann. de Chim. tom. VI.
(2) Ann. de Chim. tom. LXXXI.

to almeno 10 a 12 centimetri. Quando il fosforo è in fusione, vi si gitta il solfo in piccioli pezzi poco per volta, attendendo che la combinazione della prima porzione sia fatta, e così di seguito. Il fosfuro che si ottiene è più combustibile del fosforo, e può essere distillato senza scomporsi.

Faraday adoperando 5 parti di solfo e 7 di fosforo, ebbe un composto che era fluido a zero, e diveniva solido a — 6°, 7; lasciato poi sotto l' acqua deponeva dopo qualche giorno cristalli di solfo puro, e si rendeva meno fusibile, dopo averlo lasciato per qualche ora all' aria, la cui temperatura era di 24 gradi; allora esso manifestava l' apparenza di una massa cristallina, la quale conteneva appena 2 di fosforo ed 1 di solfo.

L' ossigeno agisce fortemente sul fosfuro di solfo, soprattutto coll'ajuto di un leggiero calore. Si ottiene acido fosforico solido, gas acido solforoso, e sviluppasi molto calorico e luce.

L'azione degli altri combustibili non metallici su questo fosfuro non è stata bene esaminata.

Pellettier ebbe anche diversi composti di fosforo e solfo, adoperando differenti proporzioni delle due sostanze. Egli conobbe che combinando il fosforo successivamente con $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, volte il suo peso di solfo, si ottenevano composti fusibili a diversi gradi del term. di Reaum. (*Ann. de Chim. tom. VI., pag. 10.*)

Acido idroxantico o idrossantico.

487. Will. Zeise, Pr. di Chimica nell' Università di Capenaghen, avendo messo in contatto di una soluzione alcoolica di potassa il solfuro di carbonio, osservò che l' alcali veniva neutralizzato; avendo dopo esposta la soluzione ad una temp. vicino a zero, depose de'cristalli delicati, che gli riuscì di raccogliere e purificare disseccandoli fra due doppii di carta sugante. Egli pensò allora che la formazione di un acido particolare nel momento del contatto del solfo carburato con gli elementi dell' alcool, determinata dalla potassa tenuta in soluzione dall' alcool, fosse stata la cagione del fenomeno indi-

cati. Chiamò allora il radicale di questo nuovo acido, che suppose formato di carbonio e solfo in proporzioni diverse di quelle del carburo di solfo, *xantogène*, dal greco ξανθος giallo, e γεννάω, io genero, perchè forma de' composti di color giallo con qualche metallo; e l'acido, che sarebbe il radicale del composto indicato unito all' idrogeno, lo chiamò *acido idroxantico*.

Per ottenere il nuovo acido isolato, introdotto il sale di sopra indicato, che è un *idro-xantato di potassa*, in un tubo lungo ed alquanto stretto chiuso da un estremo, vi si versa l'acido solforico allungato di 4 a 5 volte il suo volume di acqua: dopo qualche minuto si aggiunge un poco di acqua, e l'acido idrossantico si depone in fondo del tubo in una massa liquida di aspetto oleosa, che si raccoglie e si lava per privarla dall'acido solforico.

Quest' acido è liquido alla temp. ordinaria, non ha colore, e somiglia ad un olio traslucido. Esso è più pesante dell' acqua; il suo odore è forte e particolare; il sapore su le prime è acido, e dopo stittico ed amaro. S'infiamma all'accostarlo ad una candela accesa, o ad altro corpo in combustione, e spande dopo odore forte di acido solforoso. Il solo calore, anche meno di quello dell'acqua bollente, lo scompone, e sembra che si cambia in gas idrogeno e solfuro di carbonio. Esposto all' aria si covre di una crosta bianca ed opaca. Non si unisce all' acqua, ma agitandolo con questo liquido si distrugge in poco tempo.

Il iodio scompone prontamente l'acido idrossantico anche alla temp. ordinaria, allorchè vi è l'acqua, e ne resulta acido idroiodico che rimane sciolto, ed un liquido oleoso di color rosso-bruno, che l' autore crede composto di iodio di solfo e di carbonio.

L'acido idrossantico si unisce con gli ossidi di potassio, di sodio, di calcio, ec., ne'quali i metalli sono fortemente combinati all'ossigeno; ma sembra che la sua azione sopra gli altri ossidi metallici, dia luogo alla formazione dell' acqua coll' ossigeno di questi e coll'idrogeno dell' acido, ed a' *xanturi* metallici. *(Ann. de Chim. et de Phys. t. XXI, pag. 160.*

Acido idrosolfocarbonico.

Zeise ottenne un altro composto quasi analogo al precedente nel modo che segue: si satura col gas ammoniaco l'alcoole anidro, e dopo averlo posto in un recipiente vi si fa sciogliere il solfuro di carbonio. A capo di qualche tempo si vede precipitare a poco a poco una polvere, la cui formazione continua per circa due ore. Questo precipitato, che è composto da' solfuri di carbonio e di ammoniaca, si lava prima con alcoole e poi con etere, quindi si tratta con acido solforico o acido idroclorico: si separa l'acido idrosolfocarbonico in forma di una sostanza oleosa bruno rossiccia, la quale messa a contatto dell'acqua si raduna in fondo del liquido. Quest' acido muta in rosso il tornasole, ha poca durata, perchè si scompone spontaneamente; sviluppa l'acido carbonico da' carbonati alcalini, combinandosi alle basi, colle quali poi forma de' solfocarbonati, (V. il tratto de'sali al vol. III).

Quest'acido è composto di acido idrosolforico e solfuro di carbonio, cui fa da radicale, e le quantità sono di 30, 9 del primo e 69, 1 dell' ultimo. Quando esso mettesi a contatto con un ossido, formasi acqua, ed il metallo combinasi al solfo dell'acido idrosolforico, formando un solfuro metallico che poi si unisce a quello di carbonio; fenomeno che è del tutto identico coll'acido idrofluoborico ed un ossido.

Sezione XIII.

Selenio.

489. Berzélius nel 1817 esaminando in unione di Gahn i metodi di cui si fa uso a Gripsholm per fabbricare l'acido solforico, rinvenne nelle pareti e nel fondo delle camere ove si preparava, un deposito rosso ed in parte bruno chiaro, il quale cimentato al cannello ferruminatorio dava odore di rafano corrotto e lasciava in dietro un granello di piombo. Siccome Klaproth aveva indicato con quest'odore la presenza del *tellurio* ne' minerali, si sospettò d' allora che quel deposito avesse contenuto

questa sostanza : quindi Berzélius coll' idea di scoprirlo in quel deposito, che fece raccogliere in una certa quantità, ne ottenne in vece un altro nuovo metallo, il quale per alcuni caratteri somigliava molto al tellurio; e così per alludere col nome a quest'analogia, lo chiamò *selenio* dalla parola greca σελήνη, *selene*, cioè *luna*, mentre *tellus*, da cui fu preso quello di *tellurio*, è il nome della terra, considerata anche come pianeta. Ma essendosi conosciuto che il suo ossido non formava combinazioni saline cogli acidi, e che le sue proprietà avevano molta analogia con quelle del solfo, fu classificato vicino quest' ultimo, fra i corpi ossigenabili (combustibili) non metallici.

Stato naturale ed estrazione.

Il selenio è ancora rarissimo in natura. Trovasi in Isvezia unito all' argento ed al rame, in un minerale che Berzélius chiamò *eukairite*, o col rame solamente; negli scavi, ora abbandonati, presso Skrikerum in Smoland, e vicino Atwidaberg. e di Fahlun, si trova unito alla *galena* in grossi cubi. Gmelin lo rinvenne dopo anche in certo acido solforico fabbricato in Germania, e pare che accompagni il tellurio unito al bismuto in molte miniere della Norvegia, ed in Transilvania. Stromeyer, come rapporta Humboldt, sembra che lo abbia trovato unito al solfo che colora in rosso arancio o rosso di giacinto cupo, e che si depone sul sale ammoniaco dell' Isola di Vulcano vicino Lipari nella Sicilia. Zinken lo ha dopo rinvenuto nella parte orientale di Hartz, presso Zorge, e di Tilzerode, unito al cobalto, al piombo, ed al mercurio col piombo ec.

Il processo eseguito da Berzélius per ottenere il selenio dal deposito della combustione delle piriti di Fahlun, è sì complicato, che si rende anche difficile potersi comprendere. Noi lo rapporteremo per quelli che bramassero conoscerlo, esponendo dopo quello di H. Rose come il più facile.

Processo di Berzélius.

490. Sul sedimento rosso raccolto, il quale è un composto di molto solfo, selenio, mercurio, piombo, rame, stagno, ferro, zinco ed arsenico, si versa tanto aci-

do idrocloriconitrico, da rendere la massa polposa, e dopo si fa digerire ad un calore moderato per circa 48 ore. Si aggiunge l'acqua al mescuglio, e si filtra per separarne il deposito, che è formato di solfo e solfato di piombo.

Il liquido contiene l'acido selenico, l'acido solforico, l'acido arsenico, e gli ossidi di mercurio, di ferro, di stagno e di zinco. Si fa passare allora in questo liquido una corrente di gas idrogeno solforato, onde iscomporre l'acido selenico e precipitarne il mercurio, lo stagno, il rame, e probabilmente anche, un poco di arsenico, allo stato però di solfuri, ed in quello di seleniuro di solfo il selenio. Lo zinco, il ferro ed un poco di acido arsenico restano nella soluzione.

Il deposito così ottenuto si tratta coll'acqua regia, come si è detto pel sedimento rosso nella prima operazione, ed esso verrà completamente sciolto, tranne un poco di solfo impuro che rimane. Il liquido siccome contiene un altra volta gli stessi composti di prima, cioè acido selenico, solforico ed arsenico, e gli ossidi de' metalli indicati, così vi si versa la soluzione di potassa pura per saturare gli acidi e precipitarne la maggior parte degli ossidi: dopo si filtra ed il liquido ottenuto si svapora a secchezza.

La massa ottenuta si fa arroventare in un crogiuolo di platino per discacciarne l'altra piccola quantità di mercurio che ancora vi è unita, e quindi raffreddata, e ridotta in polvere in un mortajo caldo, si unisce celeremente con poco più del suo peso di sale ammoniaco in polvere, ed introdotta in una storta di *vetro* si riscalda a poco a poco. Nel recipiente passa poca acqua con ammoniaca, che tiene piccola quantità di selenio meccanicamente unito, ed aumentando l'azione del fuoco, il selenio si sublima sotto forma di fiocchi neri o bruni. Se la temperatura fosse meno rapidamente innalzata, l'operazione verrebbe prolungata, ed una porzione di sale ammoniaco sarebbe volatilizzato.

La teoria di quest' ultima operazione è, che da' sali di potassa mescolati al sale ammoniaco, si separa soltanto l'acido selenico, che sulle prime si unisce all'ammonia-

ca; quindi l'acido e la base di questo sale si scompongono reciprocamente, formandosi acqua, coll' ossigeno dell' acido selenico e coll' idrogeno dell' ammoniaca e resta il selenio che nel volatilizzarsi si solidifica, e l'azoto si sviluppa allo stato di gas.

La massa residua nella storta, che contiene i sali solubili, trattata con acqua lascia un deposito scuro che si raccoglie sul filtro, e che è il selenio, il quale dopo lavato si distilla in una piccola storta di vetro ad un calore poco prima del suo arroventamento. Il liquido del recipiente comechè ritiene un poco di selenio; si unisce alla soluzione de' sali rimasti nella storta; se ne discaccia l'ammoniaca mercè la svaporazione, e dopo vi si versa l'acido fosforoso liquido poco per volta: il selenio allora viene ridotto e si precipita in fiocchi oscuri. *(Ann. de Chim. et de Phys. tom. IX, p. 168, 225, e 337.)*

Processo di Rose.

491. Dopo aver posto i solfuri che contengono il selenio dentro una storta tubolata, che abbia un collo lungo il quale deve immergersi nell'acqua, si fa passare per la sua tubolatura il gas cloro secco, e si riscalda leggiermente la storta. Il selenio e i metalli saranno cambiati in cloruri, e siccome quello di selenio è molto volatile (1), si vedrà portarsi nel collo della storta, prima sotto forma di protocloruro liquido e poi alla fine sotto quella di percloruro solido. Con questo mezzo i cloruri di selenio passando nell'acqua si scompongono, e si cambiano, mercè l'eccesso di cloro, in acido idroclorico e selenico. Si aggiunge dopo al liquido più acido idroclorico, e quindi il solfito di ammoniaca. Questo sale verrà scomposto dall'acido idroclorico, e l'acido solforoso reso libero sarà mutato coll'ossigeno dell' acido selenico, in acido solforico, ed il selenio ridotto si precipita allo stato puro. *(Ann. de Chim. et de Phys. XXIX, p. 113).*

Proprietà.

Il selenio fuso è solido, fragile, brillante, senza sa-

(1) Probabilmente deve formarsi anche molto cloruro di solfo parimenti volatile.

pore, ed il colore è nero o grigio-scuro, con frattura alquanto lucida. La luce non lo altera; è cattivo condottore dell'elettricità e del calore; ed è uno de' corpi elettro-positivo, che sotto questo rapporto viene dopo il silicio (§. 224). Il suo peso specifico è 4, 32. Ridotto in polvere acquista un colore rosso: si ammollisce, allorchè viene riscaldato in vasi chiusi a +80° di Reaum; ma un calore poco più elevato lo fonde, e se riscaldasi sino a +500° centigr. si riduce in un vapore giallo carico, che poi si condensa in piccole goccìole nel collo della storta o del matraccio. Riscaldato in vasi aperti spande un fumo rosso senza alcun odore particolare, e dopo si condensa in una polvere del colore del cinabro. Se però lo sperimento si fa mettendo il selenio in un grande recipiente pieno di aria, allora si riduce in un ossido gassoso, che ha odore forte come quello di cavolo putrefatto; effetto che ha similmente luogo se riscaldasi $\frac{1}{6}$ ad $\frac{1}{5}$ di grano di selenio in piccolo tubo aperto e lungo 4 a 5 pollici, tenendolo alquanto inclinato su la fiamma di una lampada: la corrente di aria che si stabilirà pel vôto prodotto, farà sentire dalla parte superiore del tubo l'odore di cavolo, anche più forte che nell'altro sperimento. Quante volte poi riscaldasi questa sostanza in vaso ove si mantiene una corrente di gas ossigeno, brucia con fiamma turchiniccia poco splendente, e si muta in acido selenioso, comunicando anche all'eccesso di ossigeno l'odore dell'ossido. La combustione del vapore di selenio ha luogo ancora quando si fa riscaldarlo fortemente nell'aria, e vi si accosta una candela accesa: esso allora brucia anche con fiamma turchiniccia.

Il selenio sciogliesi, sebbene lentamente, nell'acido nitrico e nell'acqua regia, ma è insolubile nell'acido idroclorico. Esso è solubile, meno però del solfo, in una soluzione di potassa caustica. Come ha osservato Magnus, il selenio si scioglie nell'acido solforico senza scomporlo, ed il liquido diviene verde, ma l'acqua lo precipita in una polvere rossa. Questa solubilità del selenio spiega, come crede Berzélius, il color giallo che acquista l'acido idroclorico ottenuto dall'acido solforico che si estrae dal *solfo selenifero*. Fischer assicura che l'argento è reattivo sensibilissimo del selenio, allorchè trovasi così disciolto; in

tal caso la più piccola traccia di selenio annerisce la superficie dell'argento.

Gli olii grassi, la cera, ed il grasso sciolgono a caldo il selenio, ma non accade lo stesso per gli olei essenziali, ne'quali il solfo si rende facilmente solubile.

L'ossigeno agisce sul selenio ma coll'ajuto del calorico.

Si conoscono tre soli composti di ossigeno e selenio, cioè l'*ossido di selenio*, l'*acido selenioso*, e l'*acido selenico*.

Ossido di selenio.

492. Quest'ossido non si è ancora ottenuto allo stato puro. Si produce, come lo abbiam detto precedentemente, riscaldando il selenio in un matraccio sino che s'infiamma. Può anche aversi introducendo un pezzetto di selenio sotto di un tubo ricurvo posto sul mercurio (*fig. 82*), in cui si sarà prima raccolto il gas ossigeno. Basta allora riscaldarvi il selenio, perchè se ne ottenga la sua combustione, seguita da debole luce; quindi si vedranno sublimare de' piccoli cristalli di acido selenico colorati appena in giallo, ed il gas residuo, che non è affatto acido, sarà l'*ossido di selenio.*

L'ossido di selenio allo stato di gas è senza colore, e senz'azione sul tornasole. Il suo odore dispiacevole somiglia quello de'cavoli muffiti: è pochissimo solubile nell'acqua, a cui comunica il suo odore, e la soluzione non viene intorbidata dall'idrogeno solforato. Esso non si è ancora combinato agli acidi, come neanche agli alcali caustici, nè è stato ancora analizzato. (Berzélius, *Ann. de Chim. et de Phys. tom. IX, pag. 176*).

Acido selenioso.

493. Il processo descritto per ottenere l'ossido di selenio, somministra anche l'acido selenioso. Si preferisce però di trattare direttamente il selenio coll'acido idrocloriconitrico, distillando il mescuglio in una piccola storta di vetro fino a secchezza: la massa bianca di aspetto salino che si ottiene, è l'*acido selenioso* puro. Lo stesso può similmente aversi distillando sino a secchezza un mescuglio

di 1 parte di selenio e 4 parti di acido nitrico, o in quantità tale da sciogliere completamente il selenio adoperato. Quindi avvenuta la soluzione si versa il liquido in una capsola di porcellana, e col raffreddamento darà de' belli e lunghi aghi prismatici striati di acido selenioso puro, che somigliano quelli del nitrato di potassa.

L'acido selenioso non ha alcun odore; il sapore è molto acido, cambia fortemente in rosso il tornasole; assorbe l'umido dell' aria, ed è perciò solubilissimo nell' acqua. Riscaldato fortemente si riduce in un gas di color giallo carico, che si condensa in tanti cristalli tetraedri molto lunghi, o in una massa bianca semi-fusa e semitrasparente: un calore però più elevato lo scompone. Esso sciogliesi nell' alcool. La sua soluzione nell' acqua calda sino a saturazione, lascia precipitarne una quantità in piccoli grani, e le acque madri svaporate lentamente lo depongono in piccoli cristalli aghiformi aggruppati a guisa di piccole stelle.

L'azione dell'idrogeno, del boro, del carbonio e del fosforo sull' acido selenioso, non è stata ancora bene esaminata: probabilmente coll' ajuto del calore quest' acido dovrebbe scomporsi. Quando poi si mette nella sua soluzione acquosa, resa leggiermente acida coll'acido idroclorico, lamine di zinco o di ferro, il selenio si precipita a poco a poco in fiocchi rossi, bruni o grigio-nericci. Il solfito di ammoniaca produce la riduzione del selenio anche più prontamente (§. 489), dopo che si è resa la soluzione leggermente acida coll'acido idroclorico. Ciò ha luogo, come è facile a comprendersi, per l' ossigenazione maggiore dell' acido solforoso che passa in acido solforico, perchè assorbe tutto l' ossigeno dell' acido selenioso e ne riduce il selenio.

Composizione.

Berzelius ha trovato quest'acido composto da 100 di selenio e 40, 43 di ossigeno; resultamenti dedotti dall' aver osservato che 1 gram. di selenio ne assorbisce 1, 79 di cloro, somministrando il cloruro di selenio, il quale posto in contatto dell'acqua la scompone, e quindi il cloro coll'idrogeno della stessa passa in acido idroclorico, ed il selenio coll'ossigeno in acido selenico. (*Ann. de Chim. et de Phys.*

tom. IX, p. 177, e 225). Dietro questo calcolo la sua composizione sarebbe,

In prop., 1 di selenio, 495, 91 + 2 di ossigeno 200.
In atomi, 1 di selenio, 395, 91 + 2 di ossigeno 200.

Acido selenico.

494. Mitscherlich ha ottenuto quest'acido facendo fondere il nitrato di potassa ovvero quello di soda col selenio, coll'acido selenioso solido, con un seleniuro metallico, od anche con un selenito.

Il processo per estrarlo dal seleniuro di piombo nativo, come quello che si è trovato sinora in maggior quantità, è il seguente: Ridotto in polvere il seleniuro indicato si tratta coll'acido idroclorico onde separare i carbonati, ed il residuo unito ad un peso eguale di nitrato di soda, si versa a riprese in un crogiuolo rovente: il piombo è ossidato ed il selenio mercè l'ossigeno dell'acido nitrico del nitrato che si scompone, vien cambiato in acido selenico, il quale poi si combina colla soda. La massa fusa ottenuta, ridotta in polvere si tratta con acqua bollente, per isciogliere tutto il seleniato di soda e separarlo dall' ossido di piombo. La soluzione si fa bollire prontamente; si separa durante l' ebollizione il selenato di soda anidro con poco iponitrito di soda, il quale separato, quando la soluzione si raffredda deporrà de'cristalli di nitrato di soda. L'operazione si ripete allo stesso modo su le acque madri del nitrato, onde avere altro selenato anidro di soda che si precipita, e nitrato di soda che cristallizza; e ciò deve ripetersi finchè siasi estratto tutto il seleniato di soda. Per purificarlo si aggiunge l'acido nitrico affin di cambiare l'iponitrato in nitrato di soda; e poichè il minerale contiene anche de'solfuri, così il selenato ritiene anche il solfato di soda che non può separarsi colla cristallizzazione. Siccome non ha potuto aversi il seleniato di soda puro con tutt' i mezzi adoperati, onde separarlo dal solfato acido di soda, ha dovuto proccurarsi prima il selenio dal selenato impuro, mescolandolo al sale ammoniaco, e riscaldando le due so-

stanze. Ricavato il selenio, si cambia in acido selenioso mediante l'acido nitrico in eccesso; i due acidi si saturano col carbonato di soda; il liquido si svapora a secchezza, e la massa che contiene il selenio ed il nitrato di soda, si riscalda sino al rosso per riprodurre il selenato di soda, che si separa col processo descritto precedentemente. Ottenuto così il selenato di soda, si scioglie nell'acqua e la soluzione si scompone col nitrato di piombo; il precipitato, che è il selenato di piombo, si lava e si tratta coll'idrogeno solforato liquido e gassoso, il quale forma solfuro di piombo insolubile ed acqua coll' ossido di piombo, e l'acido selenico che resta in soluzione, si filtra e si svapora con precauzione per discacciarne l'idrogeno solforato, e concentrarlo maggiormente.

L'acido selenico è senza colore, ed è molto acido. Esso ha grande affinità per l'acqua, ed allorchè è concentrato produce molto calore come fa l'acido solforico. Riscaldato a 280° centig. non si scompone sensibilmente, ma a 290° la sua scomposizione diviene rapida, e si ottiene ossigeno ed acido selenioso. Quest' acido contiene sempre dell'acqua, ed è difficile determinarne la proporzione, poichè esso si scompone prima di lasciare le ultime porzioni di questo liquido. Riscaldato coll'acido idroclorico si scompone; formasi acqua, acido selenioso e vi ha sviluppo di cloro. Esso scioglie lo zinco ed il ferro, ossidandoli prima e scomponendo l'acqua come farebbe l'acido solforico, sviluppandosi anche l'idrogeno; unito all'acido idroclorico può sciogliere l' oro ed il platino come fa l'acqua regia. L'acido solforoso non agisce su l'acido selenico, quandochè esso riduce l'acido selenioso. Dopo ciò volendo ottenere il selenio dall'acido selenico, bisogna prima farlo bollire con acido idroclorico onde cambiarlo in acido selenioso, e quindi trattarlo coll'acido solforoso. L'acido selenico concentrato ha molta somiglianza coll' acido solforico, e la sua affinità per le basi è poco inferiore a quella di quest' ultimo. Così p. e. il selenato di barite non è scomposto intieramente coll' acido solforico. Le sue combinazioni quantunque *isomorfe* con quelle dell'acido solforico, perchè posseggono le stesse forme cristalline e le stesse proprietà chimiche, pure nè fenomeni che presentano i sol-

fati in confronto di quelli de' selenati, vi si rincontrano delle leggieri, ma ben rilevanti differenze.

L'acido selenico è composto da

1 atomo di selenio......	= 495, 91,	ovvero	62, 32
3 atomi di ossigeno.....	= 300, 00,		37, 68
1 atomo di acido selenico	= 795, 91,		100, 00

Cloruri di selenio.

Percloruro.

497. Berzélius avendo fatto passare il cloro in un tubo ove aveva posto il selenio, ottenne un liquido il quale divenne solido e bianco dopo aver assorbito una quantità più grande di cloro. Questo composto, che fu considerato come un *bicloruro di selenio*, si scioglie nell' acqua che scompone con effervescenza, e si cambia in acido idroclorico ed acido selenico i quali rimangono in soluzione. Una parte di selenio assorbe 1, 79 di cloro, donde siegue, che questo cloruro è composto da 1, 00 di selenio e da 1, 79 di cloro.

Ma la sua composizione viene meglio rappresentata da

1 atomo di selenio	= 495, 91,	ovvero	35, 84
4 atomi di cloro	= 884, 00,		64, 16
	1379, 91,		100, 00

Protocloruro.

498. Si ottiene riscaldando il percloruro col selenio. Esso è sotto forma di un liquido oleoso di color giallo-bruniccio, trasparente e volatile. L'acqua lo scompone lentamente, ed è essa stessa scomposta; si ottiene acido idroclorico, acido selenioso che restano in soluzione, e selenio che si precipita.

Questo protocloruro sembra che contenga 4 volte dippiù di selenio del percloruro, sopra la stessa quantità di cloro.

Solfuro di selenio.

499. Trovasi in natura allo stato di *solfo selenifero* (se-

leniuro di solfo). Si ottiene scomponendo una soluzione di acido selenioso con una corrente d'idrogeno solforato. Il solfuro formato che rende il liquido latticinoso e di color giallo cedrino, difficilmente si precipita, ma appena vi si aggiunge poco acido idroclorico e si fa bollire il mescuglio, il solfuro di selenio si agglutina e si depone in masse coerenti elastiche, e di colore arancio carico.

Questo solfuro si fonde, ed è liquido a + 100°, ma se riscaldasi maggiormente bolle, distilla, e resta trasparente col raffreddamento. Riscaldato poi all'aria s'infiamma; il solfo precede la combustione del selenio, in modo che prima si avvertirà l'odore dell'acido solforoso, e poi quello del cavolo muffito, che appartiene al selenio. Trattato coll'acqua regia, il selenio si acidifica ed il solfo resta puro. Si conosce che non contiene più selenio quando prende il suo bel colore giallo col raffreddamento. Infatti $\frac{1}{100}$ di selenio combinato al solfo lo rende di color giallo sporco; $\frac{1}{100}$ di solfo nel selenio ne altera il suo bel colore di rubino, ma ne aumenta la sua trasparenza.

Il solfuro di selenio è formato da

1 atomo di selenio	= 495, 91,	ovvero	55, 2
2 atomi di solfo	= 402, 32,		44, 8
1 atomo di solfuro	= 898, 23,		100, 0

Bromuro di selenio.

500. Questo bromuro è stato ottenuto da Serullas, mettendo in contatto 1 parte di selenio in polvere con 5 parti di bromo. La combinazione ha luogo con un certo rumore, simile a quello che si avverte quando si tuffa un ferro rovente nell'acqua; il fenomeno è seguito da sviluppo di molto calore, il composto diviene solido e di color rosso-bruno, come il fosfuro di iodio, e dopo presenta in alcune parti delle macchie di color giallo-arancio come il cloruro di iodio.

Messo in contatto dell'aria spande un odore simile a quello del cloruro di solfo; si scioglie facilmente nell'acqua, ma dopo si scompone in parte, producendo anche la scomposi-

zione di questo liquido, precipita il selenio in piccoli fiocchi oscuri, e se dopo filtrisi la soluzione per separarne la piccola quantità di bromo rimasto libero, si otterrà un liquido scolorato e molto acido, che contiene gli acidi idrobromico e selenico. L'acido idroclorico versato in questa soluzione, precipita il selenio in fiocchi rossi come il chermes; ed essa è anche scomposta da una lamina di zinco o di ferro, le quali si combinano all'ossigeno dell'acido selenico, prodottosi dopo la soluzione del bromuro nell'acqua; il selenio si vedrà aderire nella loro superficie, ed il liquido riterrà in soluzione l'idrobromato di zinco o di ferro.

Il bromuro di selenio riscaldato viene anche scomposto; una parte si sublima sotto forma di una sostanza gialla, e l'altra si riduce in selenio e bromo.

Non si conoscono combinazioni di selenio col iodio, col fluoro, col carbonio e coll'azoto. Berzelius trattando il selenio col cianato di potassa ed acido idroclorico diluito, dedusse da alcuni fenomeni prodotti, che si formava in questa reazione un *carburo di selenio* come il *carburo di solfo*.

Il bromuro di selenio è composto da

1 atomo di selenio	= 495, 91,	ovvero	79, 0
4 atomi di bromo	= 1865, 60,		21, 0
	2361, 51,		100, 0

Sezione IV.

Del silicio.

501. Thomson classificò il silicio fra i corpi semplici non metallici fin dal 1815; ma questa opinione fu emanata assai prima da Brugnatelli P. (1). Berzelius esaminando più attentamente se la silice combinavasi agli acidi, trovò che il creduto *fluato di silice* non era altro che *fluoruro di silicio*, e che alcun composto salino avevasi coll'ossido di silicio. Perchè poi quest'ossido funzionava be-

(1) Giornale di Fisica e chimica di Pavia, Vol. I, p. 165.

nissimo da acido, e saturava esattamente gran numero di basi, lo considerò come *acido silicico*, e quindi il silicio venne portato nella classe de' *metalloidi*, separandolo da' metalli ove prima erasi compreso.

502. Davy, dopo che ebbe scoperto il potassio ed il sodio, nel 1807 elettrizzando negativamente con una forte batteria voltiana il ferro, che aveva posto sopra l' idrato di silice, e facendo fonderlo, ne ottenne un globetto metallico, il quale sciolto nell'acido idroclorico depose una polvere bianca che riconobbe esser la silice; ciò che lo indusse a considerarla come composta di ossigeno, e di una base combustibile particolare, forse di natura metallica, a cui diede il nome di *silicio*. Avendo dopo fatto arroventare al bianco il potassio, posto in contatto della silice in un tubo di platino, ottenne la potassa disseminata di picciole particelle nere simili alla piombagine, che derivavano dal silicio ridotto, essendosi l'ossigeno unito al potassio il quale erasi perciò mutato in potassa.

Il silicio così ottenuto era conduttore dell' elettricità; agiva poco su l'acqua, nel caso che questa non era stata unita ad un acido, perchè allora vi si scioglieva con effervescenza; fortemente riscaldato si vedeva bruciare, e si cambiava in una sostanza bianca che aveva tutt'i caratteri della silice; e finalmente poteva, come il carbonio ed il boro, sopportare un calore molto elevato senza alterarsi. *(Davy, Elementi di filosofia chimica, tom. II, art. silicio).*

Poco dopo Berzélius e Stromeyer, avendo esposto ad un alta temperatura un mescuglio di 3 parti di limatura di ferro puro, 16 di silice in polvere e 0, 66 di nero fumo, e tenutolo così per più di un ora, ottenne de' globetti metallici perfettamente fusi, i quali separati dal carbone apparivano bianchi ed erano alquanto duttili. Avendoli dopo sciolti nell'acido idroclorico, si produsse lo sviluppo dell' idrogeno, provegnente dalla scomposizione dell'acqua, e si precipitò una polvere bianca che fu trovata identica alla silice adoperata *(Gilbert's Annalen. XXXVIII, 330).*

Con questi sperimenti però non si potè ottenere altrimenti il silicio che allo stato di combinazione col ferro. Ma Berzélius s'impegnò dopo ad averlo puro, e vi riu-

sì adoperando il *fluoruro di silicio e di sodio* ridotto in polvere e disseccato prima ad una elevata temperatura, che situò a strati col potassio, in un tubo di vetro chiuso da una parte, disponendo questo in modo da potersi riscaldare tutto il mescuglio in una volta, ad una temp. al disotto del calor rosso. La riduzione dell' ossido di silicio ebbe luogo con piccolo sibilo, con leggiero innalzamento di temperatura, e senza sviluppo di sostanza gassosa, perchè il fluoruro di silicio e di sodio era perfettamente secco (1). Il tubo raffreddato fu rotto per separarne la sostanza fissa, la quale non appena posta nell'acqua fredda sviluppossi molto gas idrogeno, dovuto alla scomposizione dell'acqua, prodotta dal potassio; molto fluato di sodio e di potassio con accesso di alcali restò sciolto, ed il silicio si precipitò sotto forma di una polvere bruna, la quale fu lavata tante volte con acqua pura e fredda, fino che cessò affatto lo sviluppo dell' idrogeno; e quindi riscaldato il liquido dell'ultima lozione fino all'ebbollizione, divenne acido e saturo di fluato di silice e di potassa. Allora decantando il liquido suddetto, e lavando con acqua pura e calda la polvere, che conteneva il silicio, fino a che le ultime acque più non cambiavano in rosso il tornasole, o che svaporate non davano alcun residuo salino, si finì di depurare il silicio dalla silice, che era divenuto più scuro, lavandolo con acido fluorico liquido.

Siccome il silicio ottenuto mostrava contenere ancora un poco d'idrogeno, che Berzélius considerò come *silicio idrurato*, e che in questo stato aveva delle proprietà rimarchevoli che or ora conosceremo, così per ottenerlo puro lo riscaldò lentamente sino al rosso nascente in un crogiuolo di platino aperto, che poi essendosi coperto e riscaldato sino al bianco, ne ottenne il silicio privo d'idrogeno. Esso però riteneva ancora un poco di silice, che si era formata nella combustione dell' idrogeno coll'ossi-

---

(1) Ammesso che l' acido fluorico sia *idracido* (§. 332) allora il composto adoperato che deve consistere in fluoro, silicio e sodio, riscaldato col potassio dee mutarsi in fluoruro di sodio ed in silicuro di potassio.

geno dell'aria, percui fu trattato coll'acido fluorico liquido, e così si ebbe il silicio perfettamente puro.

Proprietà.

503. Il silicio è sotto l'aspetto di una polvere del colore di nocciolo scuro, senza splendore metallico, che non acquista neanche allorchè si stropiccia. Non ha nè odore nè sapore, e non esercita azione alcuna su i colori vegetali. Non si conosce il suo peso specifico. Attacca i vasi di vetro ove si conserva, e vi aderisce fortemente. Può sopportare il calore il più forte senza che si ammollisca, o si alteri. Esso è cattivo conduttore sì del calorico che dell'elettricità.

Il silicio può riscaldarsi nell'aria e nell'ossigeno direttamente senza che si alteri sensibilmente. Gittato nel clorato di potassa e nitro fusi, e riscaldato con queste sostanze, nè anche si combina all'ossigeno. Se però si aumenta dippiù la temperatura nel suo mescuglio col nitro, al grado da scomporre l'acido nitrico, allora il silicio si ossida, e quando il calore si porta al bianco, l'azione diviene più viva, il silicio si ossida compiutamente, si cambia in acido silicico, e forma con la potassa un silicato che resta dopo l'operazione.

Uno de'fenomeni assai rimarchevoli che presenta il silicio è la sua azione sul carbonato di potassa o di soda. Nell'atto che esso resiste all'azione del gas ossigeno, ed a quella del clorato e del nitro sino ad una certa temp., non appena si riscalda col carbonato di potassa o con quello di soda, si produce una viva combustione, si sviluppa gas ossido di carbonio, e la massa trovasi disseminata di picciole punte nere, che provengono da una porzione del carbonio ridotto. L'incandescenza è altrettanto più viva, e la temperatura più elevata, per quanto più si adopera minor quantità di carbonato di potassa o di soda. Così p. e., con 1 volume di carbonato e $\frac{1}{2}$ vol. di silicio, l'infiammazione ha luogo anche molto prima di arroventarsi il miscuglio; se poi la quantità del carbonato fosse più forte, la massa si gonfia e brucia con fiamma azzurra, che proviene da quella dell'ossido di carbonio. In queste operazioni il silicio viene ossidato dall'ossigeno dell'acido car-

bonico, e l'acido silicio che si forma si combina intimamente all'alcali del carbonato adoperato.

Il silicio agisce anche più energicamente sopra gl'idrati di potassa, di soda e di barite, che su gli stessi carbonati. Quest'azione è seguita da detonazioni, anche quando si operi ad una temp. al di sotto del calor rosso, e lo stesso ha luogo coll'idrofluato acido di potassa; ma se queste sostanze sono sciolte o allungate con acqua, allora il silicio non vi manifesta azione alcuna.

Gli acidi non attaccano il silicio. Il solo mescuglio di acido fluorico ed acido nitrico lo scioglie con isviluppo di deutossido di azoto, ed in tal caso esso viene ossidato e sciolto dall'ossigeno dell'acido nitrico, come lo prova la scomposizione di quest'ultimo. Quando però il silicio trovasi unito a qualche altro metallo, allora tutti gli acidi che sopra di questo si fanno agire, lo attaccheranno facilmente. Berzélius non ha combinato il silicio allo stato puro che al solo potassio, e la sua unione diretta con gli altri metalli sembra ancora difficile ad operarsi. Così esso non attacca il platino che coll'aggiunzione del potassio, ed in tal modo si ottiene un vero *silicuro di platino*.

Azione del silicio su i corpi ossigenabili metalloidi.

504. Fra le tante proprietà rimarchevoli del silicio, quella che riguarda la sua azione sul solfo è la più sorprendente. Riscaldato sino al rosso nel vapore di questo corpo semplice s'infiamma e vi si combina; e quindi se il *solfuro* formato si metta in contatto coll'acqua, questa verrà scomposta istantaneamente: si avrà lo sviluppo di idrogeno solforato, e l'ossido di silicio così diviso resterà sciolto. L'acqua con tal mezzo potrà saturarsi dell'ossido di silicio, da rappigliarsi in gelatina con una leggiera svaporazione. Questo fatto è altrettanto più importante perchè ci spiega come la silice per se stessa insolubile perfettamente nell'acqua trovasi, poi in molte acque minerali.

Il solfuro di silicio non si altera all'aria secca; se poi questa è umida esso si scompone lentamente, e con la tor-

refazione cambiasi in ossido di silicio, ed acido solforoso che si sviluppa.

L'azione del silicio su l'idrogeno offre anche de'fenomeni non meno importanti. Riscaldato con questo gas in contatto dell'aria, brucia e dà luogo alla formazione dell'acqua, e ad un *silicuro d'idrogeno*, il quale trattato col cloro si scompone, e formasi acido idroclorico. L'acido fluorico lo scioglie sviluppandone l'idrogeno (1), ed esso viene anche sciolto da una soluzione di potassa caustica.

Il silicio o il suo idruro riscaldato nel gas cloro, s'infiamma, e si ottiene un liquido di color giallo, allorchè v'ha eccesso di cloro, e scolorato quando il cloro non vi predomina. Questo liquido, che deve considerarsi come *cloruro di silicio*, o *silicuro di cloro*, si volatilizza quasi istantaneamante all'aria, sotto forma di vapori bianchi, lasciando un residuo di silice; ciò porta a credere che esso assorbendo l'umido dell'aria lo scompone, e così il cloro vien cambiato in acido idroclorico, ed il silicio in ossido di silicio. In effetti, allorchè questo cloruro si mette in contatto coll'acqua, la silice apparisce nello stesso modo, ed il liquido contiene l'acido idroclorico. Il cloruro di silicio si scioglie nell'acqua quando questa è in eccesso; cambia in rosso il tornasole; ha odore piccante, ed è più leggiero dell'acqua. (*Berzélius*, *Ann. de Chim. et de Phys.* *t. XXVII*, *337*).

Dell'acido silicico (silice).

505. Il silicio si combina in una sola proporzione con l'ossigeno, ed il composto che forma, la *silice*, o sia l'*ossido di silicio*, oggi *acido silicico*, trovasi sparso abbondantemente nella natura, e costituisce le diverse varietà di *quarzo*, di *calcedonio*, di *pietre focaje* ec., conosciute dagli antichi col nome di *terre vetrificabili*.

Le prime conoscenze su la natura di questa sostanza le dobbiamo a Pott, che ne intraprese l'analisi nel 1746 e

(1) Se ora è provato che l'acido fluorico non contiene ossigeno, l'idrogeno deve provenire dall'acido idrofluorico e dal silicuro scomposto, ed il liquido deve contenere il floruro di silicio.

vi rinvenne una terra particolare a cui diede il nome di *terra selciosa* o *silice*. Geoffroy credè provare che la silice poteva esser cambiata in calce, e lo stesso Pott con Beaumè in allumina; ma Schèele e Bergmau dimostraron dopo con più esatti sperimenti, che la silice doveva cousiderarsi come un corpo semplice.

Dopo la scoperta del sodio e del potassio fatta da Davy, divenne anche probabile che la silice e le altre terre fossero anch'esse degli ossidi metallici, come in fatti fu confirmato da Berzélius e Stromeyer. Essendosi però conosciuto che l'ossido di silicio difficilmente si combina agli acidi, e che al contrario può unirsi quasi con tutti gli ossidi metallici, Smitson Thennant lo classificò fra gli acidi metallici, e chiamollo *acido silicico*. Quest'opinione che fu ammessa da Berzélius, ha ricevuto dopo anche maggiore sviluppo, ed è ora generalmente adottata. *(Ann. de chim. tom. LXXXI. Berzélius, Essai pour établir un système purement scientifique de minéralogie p. 17.)* (1).

Stato naturale.

Non v' ha forse sostanza così generalmente sparsa sul globo come la silice. Essa fa parte di quasi tutte le sostanze terrose, e della maggior parte de' minerali in generale; trovasi ancora quasi in tutte le sabbie, nelle pietre preziose, nelle sostanze organizzate, nelle acque minerali, nelle pietre cadute dal cielo dette *areoliti*, ec. Vi sono però i così detti minerali di silice, conosciuti oggi ne' nuovi sistemi di mineralogia (Beudant) col nome di *silicidi*, ne' quali l'ossido di silicio trovasi sempre predominante, ora allo stato puro, ed ora in quello di mescuglio con qualche altro ossido metallico.

I principali minerali di silice sono: (2)

Quarzo.

506. La silice allo stato puro trovasi nel *quarzo jalino*

---

(1) Fin dal 1823 io fui il primo ad estendere queste viste, riunendo le proprietà generali de' composti di acido silicico ed ossidi metallici, donde venne stabilito ed aggiunto al trattato de' sali il genere *silicati*. V. il mio *Corso elementare di Chimica* pubblicato nel 1823 vol. III. pag. 309.

(2) La maggior parte dei minerali di silice si appartengono a' *silicati*, e questi saranno descritti al Vol. III, art. *silicati*.

perfettamente scolorato, conosciuto anche col nome di *cristallo di rocca;* ed è pressochè pura ne' quarzi bianchi detti lattei, nei quali può trovarsi unita a tracce così esili di ossido di ferro che spesso sono imponderabili.

La forma primitiva del quarzo jalino è il romboedro ottuso, ma d'ordinario trovasi in prismi esagoni con sommità piramidali anche a sei facce, o in quella di dodecaedri bipiramidali, potendo tutti derivare da un romboide ottuso. La sua frattura è con isplendore di vetro, trasparente e traslucida anche dopo l'azione del fuoco; percosso manda molte scintille coll'acciarino; è luminoso allorchè si stropiccia nell'oscuro, ed è infusibile. Il suo peso specifico è da 2, 6 a 2, 7, e contiene 1 atomo di silicio, e 3 atomi di ossigeno, o in peso, 50 del primo e 50 dell'ultimo.

Il quarzo offre molte varietà, le quali possono essere dipendenti dalle forme, dalla struttura, da alcuni accidenti di luce, e dalla colorazione meccanica o chimica prodotta da ossidi metallici, ec. Trovasi nelle geodi, incrostato sopra altri minerali, in cristalli aggruppati sotto forma di rose, ec. La sua struttura è ora laminare, ora a strati globosi e convessi, ma più sovente poliedrici e concentrici: altre volte è compatto, diafano, traslucido, opaco e latticinoso; ed altre fiate trovasi fibroso, granelloso, arenoso, stalattitico, massiccio, spongioso, saccaroide, ec. La sua frattura è sovente vetrosa, tenera, grassa, resinosa, ec.

Il quarzo jalino allorchè trovasi colorato dagli ossidi metallici, costituisce la maggior parte delle *pietre preziose* o gemme le più ricercate, fra le quali il topazio, il berillo, l'amatista, le diverse agate o calcidonio, l'idocrasia (vesuviana), i granati, ec. non sono che quarzo o silice colorata da quantità appena ponderabili di ossidi metallici.

Il quarzo costituisce la sostanza più svariata ed abbondantemente sparsa sul globo. Esso non solo entra come parte integrale nella composizione della più parte delle altre rocce primitive e secondarie, ma trovasi anche isolato, ed in forma di terreni mobili o sabbionosi e di una immensa estensione. Tutte queste varietà, indipendentemente dalle sue combinazioni con gli altri ossidi,

che descriveremo al trattato de' *Silicati* al vol. III. , sono ora divise in quattro sezioni distinte, cioè

1.° -- Quarzo jalino .... -- 3.° Quarzo resinite
2.° -- Calcedonio, o quarzo-agata - 4.° Quarzo diaspro.

507. 1.° — Il quarzo jalino che forma la prima sezione, è quello or ora descritto. Fra le tante varietà, che presenta sono più rimarchevoli le seguenti :

Quarzo grasso lateto — (Milchquarz di Wern.) — *Quarzo roseo grasso* (rubino di Boemia) — *rosso color di sangue* detto *ematoide* cristallizzato (giacinto di campostella) — *ferruginoso rosso* (sinoplo) — *rosso* o *color di ruggine* (quarzo rubiginoso) — *violetto* (ametista) — *giallo* (falso topazio o topazio di Boemia) — *amfiboloso*, *verde* o *verde di porro* (praso, prisma di smeraldò) — *nero* (cristallo nero) — *affumato* (topazio o cristallo affumato) — *iridato* (iride di gioilliere) *gatteggiante* (occhio di gatto) — *girasole* (impropriamente *asteria* di qualche lapidario) — *avventurinato* cioè disseminato di pagliette come oro nella massa, (quarzo avventurinato o avventurina naturale.)

Il quarzo imita anche il diamante, e si taglia come questo quando è perfettamente limpido, o ialino. Si preferiscono i ciottoli di quarzo ialino, che sono la parte centrale de' cristalli detti di rocca rotolati dalle acque, e particolarmente quelli conosciuti co' nomi di *ciottoli del Reno*, di *Medoch*, del *Brasile*, di *Cayenna*, ed i *diamanti di Alençon*.

508. 2.° — *Calcedonio*, o *quarzo agata calcedonia* È meno sparso in natura che il quarzo, ma quando è puro ne ha la stessa composizione. È una sostanza litoidèa più che ialina ; è traslucida, ovvero opaca, infusibile, e diviene bianca colla calcinazione. Di rado si offre in romboedri. Quando è pura ha un peso specifico di 2, 6, ma questo aumenta sino a 3, 5, in seguito di mescugli di altre sostanze.

Le principali varietà di calcedonia sono: *calcedonia senza colore* — *gialla* o giallo-arancio venata di bruno ec. (sardonica) — *turchiniccia*, *violetta*, *verde di pomo* (criso-

praso) verdastra , rosso di carne, o cupo (cornalina, ovvero pietra da corniola) — *bruno affomicata* e striata (onice , quarzo-agata onice) — traslucida sui bordi, di pasta omogenea , assai compatta (quarzo piramaco o pietra di fucile) — *verde olivo*, o *verde d'erba* con macchie turchino-verdiccie o giallo-brunicce (quarzo agata plasma) — *quarzo agata occhiettato* (occhio di Adado , o trioftalma) — *dentritico*, o *erborizzato* (pietra di moka o dentragata) — *agata punteggiata* (eliotropia , o diaspro sanguigno).

Al calcedonio, ovvero quarzo agata , si fa anche appartenere il *quarzo agata cellulare molare*, detto *silice* o pietra molare , il cui colore varia dal bianchiccio , al giallognolo, al rossastro o bruniccio; ed è ora uniforme, ora macchiato e con traccie di ossido di ferro , Il *quarzo agata termogéne* (prodotto col calore) — o *quarzo selcioso* di Klaproth , appartiene a' depositi che lascia l' acqua delle fontane bollenti dell' Hecla in Islanda , e particolarmente quelle di Geyeser e di Strok. Esso è sotto forma di crosta cristallina poco traslucida, a fondo bianco ed a superficie macchiata di bruno rossiccio , o gialliccio con frattura matta. La sua durezza però diminuisce col tenersi all' aria sino a divenir polveroso.

509. 3.° *Calcedonio*, o *quarzo-agata resinite* — Al quarzo resinite si fanno appartenere i diversi *opali*. Essi non sono che una modificazione del quarzo, e presentano l'aspetto ceroide, o lucido come le resine, soprattutto nella frattura , la quale è concoida. Esso non scintilla , o debolmente coll' acciarino ; dà acqua alla distillazione, non trovasi cristallizzato, e diviene bianco colla calcinazione. Le principali varietà di quarzo refinite sono : *quarzo refinite opalino* (opale nobile) ; che distinguesi pel fondo latticinoso, con bellissimi riflessi turchinicci , ed iridati ; effetti dovuti ad una disposizione di infinite fissure nella massa , nelle quali vi si suppone l'aria intersto a guisa di lamine ; difatti basta riscaldare un pò fortemente l' opale e discacciarne l'aria perchè i riflessi spariscano. Esso somiglia al calcedonio , ma è meno duro, ed è attaccato dalla lima. Chiamasi anche *Opale nobile* l' *idrofana*, e si distingue dal primo perchè aderisce alla

lingua ; è quasi perfettamente opaca , è lucente come uno smalto , assorbisce l'acqua e lascia sviluppar tante bollicine di gas , divenendo dopo trasparente.

Il *quarzo resinite comune* (pietra picea , resinite , pissite , pechstein) ; appartiene a molte varietà di quarzo resinite , che hanno per carattere di essere traslucide , ovvero opache , con colori come le agate , giallo , verdiccio, turchiniccio , bianco-gialliccio , dentritiche , fettucciate ec. Il *quarzo menilite* , detto *opale epatico* (pechstein di Menil-Montant) , anche si attacca alla lingua , ed è in tubercoli , o in rognoni variamente colorati.

Trovasi ancora il quarzo resinite *mamellonato* (ialite) xiloide ; che presenta la struttura del legno ; *incrustante* (tufo di Geyser) ; *ferruginoso* (diaspro opale *alzopal*); terroso (Leucagata) ec.

510. 4.° *Quarzo diaspro* — Quest'altra modificazione del quarzo presentasi in masse assai considerevoli , ora cristallizzate , ora compatte ed ora opache , e diversamente colorate. Si distinguono dall' opale e da altre varietà colorate di quarzo , perchè riscaldate comunque non perdono il colore primitivo. Essi resultano da impasto di quarzo agata , e di argilla ferruginosa ; hanno un' azione sensibile su l'ago calamitato , e ricevono la elettricità per comunicazione ; ma nè il colorito , nè il lustro , quando sono lavorati arrivano a sorpassar quello delle agate , in cui la pasta quarzosa è più fina e compatta. I quarzi diaspri sono perciò considerati come quarzo agato impastato con argilla ferruginosa ; ed assai modificazioni di questa roccia si avvicinano non solo alle agate, ma anche al quarzo resinite. Essi sembrano appartenere più a' terreni secondari , che a' primitivi , e molti resultano dal passaggio che fa il quarzo da quarzo agata a pasta fina , a quarzo agata grossiere , e da questo a quarzo diaspro. Essi non formano montagne , ma filoni più o meno grandi. I colori più comuni sono il giallo , il rosso , il verde , il nero , e sono in generale venati , sebbene non sono rari quelli formati a brecce , ed a puddinche , come i marmi colorati. La Sicilia presenta grandissime varietà di diaspri , e non cedono in bellezza a quelli di Sassonia e di altre contrade.

Estrazione.

La silice esistendo allo stato puro nel quarzo jalino perfettamente scolorato, potrebbe esser da questo sostituita; ma volendo così ottenerla dagli altri minerali in cui è contenuta, o dal vetro, di cui ne è componente, si pratica il seguente processo: Si faccia fondere il vetro o le pietre focaje infuocate e ridotte in polvere sottile, in un crogiuolo di grès o di platino con tre volte il loro peso di potassa caustica, umettando prima leggiermente il mescuglio, e si lasci la massa fusa sul fuoco almeno per lo corso di mezz'ora. Elasso questo tempo e tolto il crogiuolo dal fuoco, si stempri la massa con acqua calda, ed al liquido che tiene la silice in soluzione (detto una volta *liquore delle selci*), si aggiunga un eccesso di acido idroclorico per facilitare la soluzione del restante della massa fusa. La soluzione divenuta limpida, si svapori a siccità in una capsola di vetro o di porcellana, e la massa, che prima di seccarsi apparisce sotto forma di gelatina, lavata con acqua acidolata dall'acido muriatico e poi con acqua semplice, darà una polvere bianca, la quale seccata ed infuocata è la silice purissima.

Siccome la silice è attaccata dal solo acido idrofluorico che la scioglie compiutamente, e la lascia poi precipitare con l'acqua, così potrebbesi ottenere anche pura, facendo un mescuglio di vetro o cristallo in polvere e fluoruro di calcio, e dopo aggiuntovi l'acido solforico, si riscalda il mescuglio e si fa passare il gas attraverso l'acqua che tiene in soluzione un poco di potassa: la silice in tal modo si vedrà precipitare in fondo di questo liquido allo stato di una polvere bianchissima, la quale lavata si farà infuocare per averla anidra.

Proprietà.

La silice così ottenuta è sotto forma di una polvere bianca, ruvida al tatto, senza odore e senza sapore; scricchiola sotto i denti, ed è affatto insolubile nell'acqua, negli acidi tutti, meno l'idrofluorico, e nella maggior parte degli altri liquidi. Malgrado questa insolubilità, la silice trovasi nondimeno quasi in tutte le acque minerali e de' fiumi (§. 482); ma affinchè queste possano tenerla in soluzione, è duopo che vi concorrano alcune circostanze,

e soprattutto che essa si trovi allo stato di combinazione con altre sostanze, in modo da formare composti che sieno in certa quantità solubili. Klaproth trovò sino a 9 grani di silice per ogni 100 pollici cubici di acqua termale della sorgente di Reiskum in Islanda. I zambilli dell'acqua bollente di Geyser, depongono spontaneamente col raffreddarsi o colla svaporazione dell'acqua su i due lati del cratere una crosta silicea, detta *stalattite silicea*, o *tubo silicco*, la quale è composta di silice con un centesimo e mezzo di allumina, e mezzo centesimo di ossido di ferro. (§. 508).

Composizione.

Berzélius trattando il silicio col carbonato di potassa ne ottenne la silice; e così dall'aumento di peso del silicio potè dedurne, che 100 parti di silicio assorbiscono 107, 98 di ossigeno; ciò che dà 1 atomo del primo = 277, 8, e 3 atomi del secondo = 300.

Usi. — La silice ha grandi applicazioni, che conosceremo dopo lo studio delle altre terre, e quello degli alcali (1). Allo stato di sabbia serve, allorchè è pura, alla composizione del vetro, ed unita alla calce forma il migliore cemento (V. calce). Sotto forma di quarzo, unita alla potassa, s'impiega nella formazione del cristallo, ed a comporre la porcellana, allorchè si mescola all'allumina. Allo stato di quarzo jalino scolorato perfettamente, si è in quest'ultimi tempi sostituita con successo al cristallo per la costruzione delle lenti, che risultano di più lunga durata: con esso si fanno degli oggetti di ornamento, per imitare i diamanti, ec., come lo è altresì il quarzo colorato, che costituisce una parte essenziale delle pietre dure o gemme, meno che il diamante lo zaffiro e lo spinello. Finalmente allo stato di *pietra focaja*, di *selce* o *ciottoli* (caillou), ed in forma di grès, ha delle applicazioni per quanto importanti, altrettanto abbastanza conosciute.

Il silicio non si è combinato al cloro, al iodio, nè al

(1) V. calce, allumina e potassa, ove è descritta la fabbricazione de' migliori cementi, del vetro, e della porcellana.

bromo. Col fluoro forma un gas particolare a cui è stato dato il nome di *fluoruro di silicio*, o *gas fluosilicico*, detto prima *gas fluorico silicato*, o *acido fluo-silicico*.

Del gas fluosilicico o *fluoruro di silicio.*

511. Questo gas scoperto da Schèele, ed esaminato dopo da Priestley, fu attentamente studiato da Jon. Davy nel 1812 (1), e più recentemente da Berzélius che ne ha fatto conoscere con più esattezza la sua natura (*Ann. de chim. et de Phys. t. XXV*, 289.)

Il gas fluosilicico non esiste in natura. Si ottiene in questo stato riscaldando in una piccola storta o matraccio di vetro un mescuglio di 1 parte di vetro, di sabbia, o di quarzo, e 2 parti di floururo di calcio (fluato di calce) ridotti in polvere sottilissima, con tanto acido solforico da formare una pasta alquanto molle. Basterà allora riscaldare il tutto anche col calore di una lampada a spirito, perchè si sviluppi abbondantemente il gas fluosilicico (silice), che si raccoglie sul mercurio.

L'acqua può assorbire sino a 263 volte il suo volume di questo gas, ed essere scomposta; allora il gas fluosilicico è mutato in acido idrofluorico che resta sciolto, ed in ossido di silicio, che si precipita. Esso non mantiene nè la respirazione nè la combustione. Ha odore soffocante; non attacca molto sensibilmente i vasi di vetro come fa l'acido idrofluorico, ma spande de' fumi bianchi nell'aria pel vapore acquoso che assorbe, e che scompone. Il suo peso specifico è, secondo J. Davy, 3, 5753.

Composizione.

485. Trattando del fluoro abbiamo esposta l'opinione più ricevuta su la natura dell'acido fluorico (§. 332.) Ora considerandolo come *idracido*, cioè acido idrofluorico, allora la sua azione su gli ossidi deve produrre gli stessi fenomeni che presenta il cloro, il iodio, ec. ed in conseguenza ottenersi de' *fluoruri*, e non già de' *fluati*.

(1) Mém. de Chim. de Schèele, 1, pag 24. Philosoph. Trans. 1812.

Ammessa questa ipotesi, e conosciuto che il gas fluosilicico non si scompone allorchè si espone a temperatura elevata, deve risultarne, che il fluoruro di calcio che si unisce all'ossido di silicio, debbe reagire su gli elementi di quest'ultimo e scomporsi reciprocamente, formandosi così ossido di calcio coll'ossigeno dell'ossido di silicio, e fluoruro di silicio col fluoro ed il silicio, restando il primo combinato all'acido solforico col quale forma un composto fisso, separandosi l'altro allo stato di gas perchè volatile.

Allorchè poi si mette in contatto dell'acqua, questa è scomposta, il suo ossigeno ossida il silicio, l'idrogeno forma col fluoro l'acido idrofluorico, il quale scioglie una parte dell'ossido formato, e l'altra parte si precipita allo stato d'idrato di silice.

Questa ipotesi viene anche comprovata dal seguente fatto osservato da Berzélius. Questi avendo posto in contatto del carbonato di potassa secco e ridotto in polvere il gas fluosilicico, non si ebbe lo sviluppo del gas carbonico; quandochè nell'antica ipotesi il gas fluosilicico considerato come acido più forte, avrebbe dovuto scomporre il carbonato indicato, svilupparne l'acido carbonico, e combinarsi alla potassa. Questo prova che il gas fluosilicico essendo un composto di fluoro e di silicio, non si combina agli ossidi, ma a'metalli direttamente; perchè in altro caso avrebbe dovuto non solo scomporre il carbonato indicato, ma anche l'ossido di potassio, ridurlo in potassio, e poi formarvi delle combinazioni, discacciandone l'acido carbonico e l'ossigeno. In fatti, questa scomposizione ha luogo quando in vece del gas fluosilicico si mette in contatto del carbonato di potassa o di soda l'acido idrofluorico; perchè allora formandosi acqua coll'ossigeno del protossido di potassio e coll'idrogeno dell'acido idrofluorico, si ottiene lo sviluppo del gas carbonico ed un fluoruro di potassio in resultamento. Finalmente, poichè facendo riscaldare direttamente il gas fluosilicico col potassio o col sodio, vi ha infiammazione, ed un assorbimento grande del gas, il composto che si ottiene di color bruno-scuro, deve essere un fluoruro ed un siliciuro del metallo adoperato: ciò prova sempre più, che le proprietà acide del

gas fluosilicico son dovute all'acido fluorico, che risulta dalla scomposizione dell'acqua, e che esso debbe considerarsi come un *fluoruro di silicio* solamente. Facendo l'operazione in una piccola campana di vetro sul mercurio, si otterrà che 0, gram. 0211 di potassio assorbono $\frac{78}{158}$. di centilitro di fluoruro dì silicio gassoso.

Dopo ciò, essendo il fluoruro di silicio composto in modo, che quando viene in contatto coll'acqua si cambia tutto in ossido di silicio ed in acido idrofluorico, ne segue che deducendo dalla quantità de' due ultimi composti la quantità di ossigeno e d'idrogeno assorbiti, si avrà quella del fluoro e del silicio. E poichè l'ossido di silicio è composto da 48, 08 di silicio e 51, 92 di ossigeno; e negli idrofluati (V. questi sali) la quantità di ossigeno dell'ossido è alla quantità di fluoro dell'acido come 1 a 2, 338, ne segue ancora che le 58, 08 di silicio domandano 120, 381 di fluoro per divenire acido fluosilicico, e per conseguenza quest'ultimo debbe esser formato da 100 di fluoro e da 39, 56 di silicio.

Sezione XV.

Dell' arsenico.

512. Brandt nel 1733 fu il primo che descrisse l'arsenico come metallo (1); e sebbene nella farmacopea di Schraeder stampata nel 1649 si trovasse descritto un processo per avere l'*arsenico metallico*, pure questo non fu riguardato come tale che dopo le ricerche di Brandt (2). La sostanza poi descritta da Dioscoride col nome di *arsenico*, e che Aristotile aveva indicata con quello di *Sandarac*, considerata da Plinio come diversa (3), era un composto di arsenico e solfo. Paracelso fa menzione ancora della stessa sostanza, ed Avicenna nel secolo XI.° descrisse l'*arsenico bianco*; ma in seguito Maquer nel

(1) Act. litt. et scient. Sve, an. 1733, vol. 3. Upsal 1738, pag. 39, et Mém. de la Société d'Upsal pour 1733.
(2) Bergmam. Opusc. t. 2, p. 278.
(3) Plin. lib. XXXIV, cap. 18.

1746, Monnet nel 1773, e Bergman nel 1777 ne estesero maggiormente le conoscenze (1), le quali poi furono confirmate e perfezionate da Berzélius (2), da Bucholz (3), e da Proust. L'arsenico è stato dopo classificato da Thomson fra i corpi ossigenabili non metallici vicino il solfo.

Stato naturale.

L'arsenico di rado si trova allo stato nativo, ed in quello di ossido; più sovente si rinviene unito allo solfo, ad altri metalli, ed allo stato di *arseniuro* o di *solfo-arseniuro*.

L'arsenico nativo trovasi nelle vene delle montagne antiche del Gnais, coll'argento, ec. ad Himmelfurst vicino Treiberg in Sassonia; unito al cloruro di argento ec. a Gottes Gabe in Boemia; nelle vene del porfido sienitico col manganese e con la calce carbonata, col tellurio piombo-orifero, e coll'arseniato di calce; col manganese, coll'antimonio, col ferro e col piombo solforati a Nagyag in Transilvania. Trovasi pure nelle vene delle mantagne di transizione, della Grauwacha sfogliosa e dello scisto argilloso coll'argento antimonio solforato rosso e ferrifero; ad Andreasberg nell'Harz, allo stato di *arseniuro*, ec.

L'arsenico nativo offre il colore del piombo che tende al bianco di stagno e qualche volta apparisce iridato. All'aria a poco a poco si oscura, divenendo prima giallognolo, poi bruniccio e finalmente nero-bigiccio. Esso non offre cristalli molto distinti, e trovasi bacillare, fibroso-radiato, grano-lamelloso, testaceo, compatto. Il suo peso specifico varia da 5, 678 a 5, 763. Esposto al fuoco in vasi chiusi si volatilizza compiutamente, e riscaldato all'aria, o percosso emana odore di aglio.

L'arsenico unito al ferro ed al solfo allo stato di *sulfo-arseniuro di ferro*, costituisce il *mispichel*, detto anche *pirite arsenicale*, il quale è di apparenza metalloide, ed ha colore bianco di argento, o giallognolo. Trovasi in prismi romboidali, o in ottaedri a sommità diedre, ma

(1) Bergmam Opusc. II, 272.
(2) Ann. de chim. LXXX, 9.
(3) Ann. of. Philosophy, IV, 171.

più sovente bacillare e compatto, in Isvezia, a Tunaberg, a Los-Hacambo, ed in ammassi assai considerevoli col rame piritoso, ne' terreni del Gnais. Esso è considerato come composto da 37 di quadrisolfuro di ferro, e da 63 di biseleniuro di ferro = 100; o pure da 20 di solfo, 46 di arsenico e 34 di ferro = 100.

L' arsenico accompagna più frequentemente l'*arseniuro di cobalto* (cobalto arsenicale) nelle sue diverse giaciture, o pure i minerali di stagno, di piombo, e quelli di antimonio; e quest'ultimo ancorchè ottenuto alla stato metallico, che si crede puro, ne ritiene sempre una quantità sensibile, che si conosce dall' odore di aglio che manifesta il suo vapore bianco allorchè si fonde col cannello sopra un carbone. Esso quantunque non trovasi isolato in quantità grande nella natura, pure è assai comune ne' diversi depositi metalliferi, e particolarmente in quelli di Allemont, Wittichen, Andreasberg, Joachimstal, Marienberg, Schueeberg, Annaberg, Oravitza, Nagyag, Kapnik, ed a Saint-Marie-aux-Mines. (V. *Arseniati* al vol. III; *Cobalto* al vol. II, e *solfuri di arsenico* al §. 532).

Estrazione.

L' estrazione dell'arsenico si fa calcinando l'ossido bianco con la polvere di carbone. Così si adoperano 4 parti di quest' ossido ed 1 di polvere di carbone, introducendo il mescuglio in matraccio di vetro, e riscaldandolo ad un calor rosso sino a che l'arsenico metallico siasi del tutto sublimato. Può anche ottenersi riscaldando allo stesso modo un mescuglio di ossido bianco di arsenico col doppio del suo peso di sapone molle ed altrettanto di potassa. Volendo poi estrarlo dall'arsenico nativo, si distilla in una storta di grès o di vetro lutata, ove si ha sublimato. È necessario però in tutte queste operazioni prendere ogni precauzione, onde evitare lo sviluppo dei vapori arsenicali perchè sommamente velenosi; per lo che fa duopo aggiugnere al matraccio un tubo dritto e molto alto, o un tubo ricurvo che s' immerge in fondo di un recipiente ove si contiene un liscivio alcalino.

L' arsenico così ottenuto è solido, ha color grigio di acciajo molto brillante, non ha nè odore nè sapore; è molto fragile, ma niente duttile e malleabile. Il suo pe-

so specifico è, secondo Bergman, 8, 308, e secondo Berzélius allorchè è puro, di 5, 70, che secondo Guibourt, dopo averlo riscaldato al rosso in una storta di porcellana, che ne è stata interamente ripiena, diviene più brillante, e giunge fino a 5, 959. (*Journ. Médical. II, p. 55.*)

L'arsenico esposto al fuoco si volatilizza e spande un odore simile presso a poco a quello dell' aglio o del fosforo.

Riscaldato sino a 180.° sotto la ordinaria pressione atmosferica senza fondersi si sublima in tetraedri, che secondo Haüy è la forma primitiva della sua molecola integrante. Questo effetto ha luogo più prontamente a misura che la temperatura più si aumenta; ma se questo riscaldamento si fa ad una pressione e ad una temperatura più forte, allora può fondersi e colarsi come la maggior parte degli altri metalli. Se poi l' arsenico riscaldasi in contatto dell' aria, si cambia in ossido bianco, ed allorchè lo sperimento si fa in una piccola campana piena di ossigeno, e ad una temperatura più elevata, allora brucia con bella fiamma azzurra ma pallida; e quando ciò accade in contatto dell'aria, si avverte un odore forte di aglio. Riscaldato in mezzo a due lamine di rame ne cambia la superficie in bianco, formandosi un composto di rame ed arsenico (tombaco bianco) che conosceremo all' artic. *rame*. Esposto all' aria umida si oscura, ma può conservarsi sotto l' acqua pura appena bollita in vasi esattamente chiusi senza che si altera; se però l'acqua contiene l' aria si cambia a poco a poco in ossido, che rimane in parte sciolto nello stesso liquido.

Composti di ossigeno ed arsenico.

513. Si sono ammessi sinora tre ossidi di arsenico, due de' quali sono acidi, e non funzionano mai da base; ma siccome il *protossido nero* si è trovato composto di arsenico e di ossido bianco, allora ammesso come deutossido, non è stato considerato come un ossido distinto. Berzélius intanto, conoscendo che l' arsenico tenuto in contatto dell' aria diveniva nero ed assorbiva 8, 07 di

ossigeno, lo considerò come un sotto-ossido, o l'ossido di arsenico al *minimum*: quest' ossido si ottiene ancora nella riduzione dell'arsenico. Ma poichè lo stesso Berzélius asserisce, che il suddett' ossido sublimato solamente si divide in arsenico metallico ed in ossido bianco; e che quest'ultimo trattato anche con gli acidi è solamente sciolto, e l'arsenico rimane allo stato metallico; come pure che la sua composizione non è punto conosciuta; quindi vi è ragione a non ammetterlo ancora come un ossido particolare, ed è più probabile l'opinione degli altri chimici che lo considerano come mescuglio di protossido e di metallo (*Berzélius traité de chimie traduit par M. Esslinger, Paris 1830, t. I, p. 428*).

Acido arsenioso. (protossido)

514. È molto raro in natura, ma trovasi in quantità grande nel commercio, ed è conosciuto col nome di *arsenico bianco*. In questo stato è abbastanza puro, e può maggiormente rendersi tale con una novella sublimazione. Esso si ha direttamente riscaldando l'arsenico in contatto dell'aria, o in una campana ricurva piena di ossigeno.

Il protossido di arsenico di commercio è in masse vetrose, lucide e trasparenti nell'interno, ed esternamente son coverte da uno strato più o meno spesso, bianco ed opaco. Secondo Krüger l'opacità dipenderebbe dall'acqua, ma la quantità di questo liquido assorbito dall'acido arsenioso trasparente è sì poco sensibile, che il peso dell'acido è appena aumentato, ciò che non rende molto probabile tal supposizione. Il suo sapore dapprima acre e corrosivo, diviene dopo alquanto dolce. 100 parti di acqua alla temperatura ordinaria sciolgono sino a 0, 90 di quest' acido *vetroso*, ed 1, 25 del detto ossido *opaco* o *bianco*. Alla temp. poi di + 100°, la stessa quantità di questo liquido scioglie sino a 9, 60 del primo ed 11, 47 dell' ultimo; e quando le soluzioni sono raffreddate a + 13.° quella dell'acido vetroso ne ritiene 1, 78, e quella dell'acido bianco 2, 9. È poi rimarchevole, che la soluzione dell' acido vetroso cambia in rosso il tornasole, e quella dell'acido bianco al con-

trario sembra piuttosto dotata di proprietà alcaline. Tali cambiamenti non sono stati ancora spiegati.

L'acido arsenioso è anche sciolto da 70 ad 80 volte il suo peso di alcool, ed è altresì solubile negli olei. Molti acidi lo sciolgono, ma niuno vi forma combinazioni saline, e quelle che si sono credute tali non sono che mescugli dell'acido arsenioso con una piccola quantità dell'acido, e del liquido che li teneva in soluzione. Questa circostanza fece considerare l'arsenico a Thomson come combustibile semplice non metallico.

Sublimando lentamente l'acido arsenioso in grandi recipienti, cristallizza in ottaedri regolari, ed in questo stato il suo vapore non manifesta l'odore di aglio, proprietà che si ravvisa solo nell'arsenico metallico. Il peso specifico dell'acido arsenioso vetroso è di 3, 7385, e quello dell'acido bianco 3, 699.

Composizione. — La composizione dell'acido arsenioso è stata dedotta riscaldando l'arsenico nel gas ossigeno, e tenendo conto del gas assorbito. Secondo Proust 100 di arsenico assorbono 52, 979 di ossigeno, proporzione che Berzélius porta a 31, 907, ciò che darebbe per 100 parti di acido arsenioso 24, 19 di ossigeno.

Usi. — L'acido arsenioso viene spesso adoperato nelle arti, come nella tintura, nella stampa delle tele, e nella fabbricazione del vetro ad oggetto di mutare in perossido tutto il ferro contenuto ne' materiali adoperati, perchè allora li colora meno che il protossido. Serve pure a preparare il verde di Schéele, che descriveremo all'art. *Arsenito di rame*, tanto usato nella pittura; e mescolato al grasso, farina e polvere di mandorle forma una pasta micidialissima a'topi: sciolto poi in acqua resa leggiermente dolce col mele, serve per uccidere le mosche ed altri insetti, ec.

L'acido arsenioso, per quanto possa considerarsi come il veleno minerale il più energico, pure somministrato sia internamente che all'esterno ma cautamente, produce effetti vantaggiosi. Così è stato dato con successo come alterante, nel reumatismo cronico, ed in molti casi di emigranie periodiche. Esternamente è stato molto vantato come caustico per l'estirpazione del can-

cro, combinandolo col solfo, con la terra bolare, e con le foglie di ranuncolo; questo topico però cagiona sovente molti dolori, e può tal volta divenire nocivo (1). Il rimedio di Lefebure, che è il più sicuro, si compone con una pinta di acqua, 1 oncia di estratto di cicuta, 5 once di estratto di saturno (di Goulard), 1 oncia di tintura di oppio e 10 granelli di acido arsenioso. Queste sostanze mescolate esattamente, si applicano mattina e sera sul cancro (1).

Azione venefica dell' acido arsenioso.

515. L'arsenico e tutt' i suoi composti sono velenosi. Tra questi, i due acidi arsenioso ed arsenico lo sono al più alto grado. Il primo però, perchè ha degli usi alquanto estesi nelle arti, trovasi più facilmente in commercio, e perchè può a picciole dosi (3 a 4 granelli) facilmente mascherarsi negli alimenti e produrre la morte, è perciò il solo fra i composti arsenicali il più noto al volgo, ed il più facilmente reperibile. Esso è fra tutt' i veleni minerali (ad eccezione di qualche acido con-

---

(1) Roax dopo l' amputazione di una mammella fatta ad nna giovine dotata all' eccesso di un temperamento linfatico, dietro nno scirro assai considerevole, malgrado la quasi perfetta guarigione della piaga, dopo alquanti giorni un' ulcerazione, accompagnata da dolori lancinanti, si manifestò spontaneamente al centro. Il timore di cagionare alla giovane un grande spavento coll' uso de' caustici ordinari, lo fece decidere ad applicarvi la pasta arsenicale sopra una superficie di circa un pollice e mezzo di diametro. L' indomani l' ammalata fu presa da violenti coliche, accompagnate da vomiti, e dopo due giorni morì in mezzo alle convulsioni ed a' più vivi dolori. Dall' *autopsia* resultò evidentemente che la morte era stata prodotta dall' arsenico, poichè la superficie interna dello stomaco, ed una gran parte del condotto intestinale erano ulcerati e disseminati di macchie nere. Ciò prova che l' uso dell' arsenico anche all' esterno non va esente da inconvenienti. (*Nouveaux Élémens de médecine opérat., par J. Philib. Roax t. 1 pag. 64 1.e édition.*)

(2) Lo *specifico di Helmund*, sperimentato vantaggioso ne' cancri della faccia, si compone mescolando esattamente una dramma di *polver arsenicale di F. Cosmo*, ed un oncia di *unguento narcotico-balsamico*. La prima si ha mescolando gr. 40 di arsenico bianco, gr. 12 di ceneri di vecchie suole, gr. 120 di cinabro fattizio, e gr. 16 di sangue di drago. L' unguento poi si prepara anche mescolando esattamente, balsamo peruviano nero ed estratto di cicuta, di ciascuno mezz' oncia; acetato di piombo cristallizzato gr. 80; tintura crocata di oppio gr. 40; ed unguento o cerato di galeno once 4.

centrato) il più micidiale , e quello pel quale , disgraziatamente , niun antidoto può distruggerlo ed arrestarne i progressi , poichè agisce su le parti che tocca forandole o disorganizzandole , e cancrenandole più o meno prontamente , e quindi è prontamente assorbito (§. 516).

Ne' casi di morte prodotta da questo veleno, siccome la legge punisce anche colla morte colui che è convinto esserne l'autore, perchè i Magistrati pronunzino la loro sentenza han duopo che tutt' i sintomi dell'avvelenamento vengano confirmati dalla presenza reale del veleno contenuto ne' materiali rigettati , o rinvenuti nello stomaco , negl' intestini e nelle stesse parti ulcerate della persona morta. E poichè ciò incumbe particolarmente al chimico , è d'uopo che sappia , che dal suo rapporto analitico dipende in gran parte la decisione su la pena da infliggersi a colui che viene imputato colpevole dell' avvelenamento. Egli è però vero che tali ricerche sono sommamente difficili ; ma quando il chimico , con la guida de' lumi sparsi ne' più rinomati trattati di chimica , di tossicologia , e di medicina legale , avrà esattamente eseguite le istruzioni ivi rapportate, sarà allora in grado di emettere francamente il suo parere , ed essere al coverto da ogni responsabilità prevista dalla legge.

516. Gli avvelenamenti prodotti dall'arsenico, sono costantemente accompagnati da sintomi più o meno spaventevoli , i quali variano nella intensità a seconda della dose e dello stato di coesione del veleno. Così dato in polvere ed in quantità alquanto forte , può produrre la morte quasi prontamente ; ma se viene somministrato in soluzione , o in quantità più tenue , quella è quasi sempre preceduta da sintomi che hanno una durata più o meno lunga.

L'azione dell' acido arsenioso perchè si manifesta primamente nello stomaco , fece ammettere che introdotto in questo viscere vi cagionasse una vera infiammazione locale , la quale doveva essere riguardata come la vera cagione della morte. Ma Brodie , dopo un seguito d'importanti osservazioni e decisivi sperimenti fatti sopra animali avvelenati , considerò l'azione dell' acido arsenioso,

in una maniera affatto differente. Egli ammise che quest'acido applicato sì all'esterno che all'interno, viene assorbito e trasportato nel torrente della circolazione, portando così la sua azione sul sistema nervoso, su gli organi della circolazione e sul canale alimentare, e quindi la morte è il resultamento immediato della sospensione delle funzioni del cuore e del cervello. Questa opinione del Fisiologo Inglese è ora la più generalmente adottata. (*Mém. de M. Brodie*, *philosophical Transactions*, *1811*; *et Orfila*, *Toxicologie générale ec.*)

Ciò posto la sua azione venefica ha luogo non solo quando viene introdotto nello stomaco, ma bensì nelle vene, nelle cavità sierose, nella vagina, ed anche se applica esternamente ove vi ha una ferita, un ulcerazione, ec. Esso agisce con la stessa energia se viene applicato sul tessuto lamelloso succutaneo del dorso, e quest'azione è tanto più intensa per quanto più il tessuto su cui applicasi comunica col sistema sanguigno. Pel suo assorbimento questo veleno annienta la contrattilità del cuore, e spesso ne infiamma anche la membrana interna. Esso agisce per le stesse vie sul canale digerente, e produce sintomi che indicano lesioni non equivoche dello stomaco; ma la morte non deve ripetersi alla sola irritazione locale che esso vi determina, essendo questa troppo debole per distruggere la vita.

507. I sintomi dell'avvelenamento prodotti dall'acido arsenioso si manifestano ordinariamente dopo un quarto di ora. Considerati in una maniera generale, possono ridursi a'seguenti: Dolori più o meno vivi allo stomaco; bruciore, e costringimento del faringe, della lingua, e dell'esofago, accompagnato da affanno e seguito da un calore ardente su lo stomaco ed anche negl'intestini; sete quasi inestinguibile; sapore austero; bocca fetida; sputacchiare continuato; nausee con vomiti dolorosi e reiterati di materie ora brunicce ed ora sanguinolenti; coliche ed evacuazioni qualche volta sanguigne ed accompagnate da tenesmo, in cui sovente l'intestino retto perde la sua tunica interna e si ulcera. A questi spaventevoli sintomi siegue un ardore nella regione precordiale, un alterazione sensibile ne'delineamenti del viso, un an-

sietà e svenimenti continuali, accompagnati da infiammazione delle labbra, della lingua, del palato, della gola e dell'esofago; lo stomaco diviene sì doloroso da non poter sopportare neanche le bevande le più dolci; le dejezioni alvine appariscono nere e di un fetore insopportabile; i polsi si fanno piccioli, frequenti, serrati, irregolari e sovente impercettibili, o lenti ed'inuguali; palpitazione del cuore; sincope; calore vivo su tutto il corpo, accompagnato da sensazione di un fuoco bruciante, e qualche volta da un freddo glaciale; sudori freddi; respirazione difficile, orine rare, rosse e sanguinolenti; cerchio livido intorno alle pupille; macchie anche livide o porpuree su tutto il corpo; riso smodato; perdita della vista; spasmi dolorosi nelle braccia e nelle gambe, seguiti talvolta da un eruzione miliare su tutta la pelle; perdita de' sensi e delle forze soprattutto a' piedi ed alle mani; delirio, convulsioni, sovente accompagnate da priapismo insopportabile; caduta de' capelli; distaccamento dell'epidermide, e finalmente morte (1).

518. Avvenuta la morte il cadavere si gonfia di molto, ed all'esterno presenta d'ordinario, contrazione de' muscoli della faccia; rigidezza grande nelle membra; colore violetto più o meno carico nelle gambe, nelle cosce, ne' reni, e nel dorso; viso pallido; labbra violette; macchie livide intorno la bocca, ec. All'apertura poi, i polmoni si trovano il più sovente ripieni di sangue sino a'due terzi del loro volume, e soprattutto nella loro parte posteriore; la membrana interna dello stomaco infiammata corrosa e distrutta in molte parti; i due ventricoli del cuore

(1) Tutti questi sintomi però non sempre si osservano presso lo stesso individuo, e qualche volta mancano quasi del tutto, malgrado che dall'apertura del cadavere si abbia certezza sì per le lesioni organiche e per gli altri caratteri che presenta, come perchè può contenersi l'acido arsenioso ancora intatto nello stomaco, ed esser perciò la morte realmente prodotta da tal veleno. Infatti nell'osservazione di Laborde su l'avvelenamento della giovine Menbielle, avvenuto con l'arsenico, quantunque il cadavere presentasse lesioni organiche, e quasi tutti gli altri segni che precedono la morte, pure non vi furono che pochi vomiti, pochi dolori, poca sete, nessuna convulsione e secchezza nella bocca, e la giovine morì dolendosi solamente un poco nello stomaco, e senz'agonia. (*Journ. de Médècine*, *t. LXX. p. 89.*)

sono anche spesso ripieni di un sangue nero, ed il ventricolo aortico un poco più che l'altro. I vasi del cervello si rinvengono ancora ripieni di sangue e qualche volta rotti, come nelle apoplessie, ed anche ad un più alto grado, e quelli dell' esofago e dello stomaco soffrono un grande strangolamento ed una dilatazione come varicosa (1).

Esame analitico delle sostanze nelle quali sospettasi la presenza dell' acido arsenioso.

519. S'incomincia l'analisi, col portare l'esame sul deposito che trovasi nel fondo delle materie rinvenute nello stomaco, ed essendovi de' pezzetti di una sostanza bianca, si raccolgano accuratamente, si uniscano alla polvere di carbone e ad un poco di potassa, ed il mescuglio si metta in un tubo chiuso stretto e lungo, facendolo dopo riscaldare fino a che divenga rosso. Se sublimasi una sostanza bruna che manifesta lo splendore dell' acciajo, e che posta sopra una lamina di rame quasi rovente, spande fiumi bianchi che hanno l'odore d'aglio o di fosforo, questi saranno indizi che la sostanza esaminata era il protossido di arsenio.

Se poi le materie non dimostrano questa sostanza, e sono liquide, vi si aggiunga poca potassa caustica, e quindi si fanno bollire per disciogliere più prontamente l'acido arsenioso, il quale formerà un sale solubile con la potassa, cioè un arsenito. La soluzione filtrata si riscaldi sino alla bollizione, e vi si aggiunga a poco a poco tanto acido nitrico sino a che non si deponga più cosa alcuna,

(1) Neanche tutti questi caratteri così spesso si osservano in una persona avvelenata dall' acido arsenioso, e perchè dessi potrebbero confondersi con quelli prodotti da molti altri veleni corrosivi, si è cercato perciò conoscerne esattamente le differenze. Quelle rapportate da Sulin, colle quali egli credè poter distinguere le lesioni prodotte dall'acido arsenioso, da quelle cagionate dal sublimato corrosivo, sono state dopo confutate. Orfila reputa più esatti i caratteri generali seguenti: bocca, esofago, stomaco, ed intestini più o meno flogosati; ventricolo e duodeno [redacted] volta con macchie cancrenose; escari, e perforazioni di [redacted] tuniche; vellutato dello stomaco quasi distrutto e ridotto in una specie di pasta color bruno-rossiccio: tutti gli altri visceri si trovano più o meno infiammati.

e che il liquido sia divenuto fortemente acido, limpido, e di colore giallo chiaro. Si filtri allora il detto liquido così bollente, e si scomponga con carbonato di potassa in quantità da non saturare compiutamente tutto l'eccesso dell'acido; si faccia dopo bollire per discacciarne l'acido carbonico, e si scomponga con acqua di calce sino a che si vegga formare un precipitato, il quale sarà prodotto dall'arsenito di calce con l'acido fosforico unito alle materie animali tenute in soluzione dall'acido nitrico. Questo precipitato lavato e seccato si unisca ad un poco di polvere di carbone, ed alla metà del suo peso di acido borico vetrificato, ed il mescuglio posto in fondo di un tubo stretto si riscaldi ad un color rosso vivo. L'acido arsenioso, nel caso che è contenuto nel precipitato, verrà discacciato dall'acido borico, e ridotto dal carbone si vedrà sublimare a poca distanza della parte del tubo rovente, formando ivi un'anello scuro con forte splendore metallico come l'acciajo. Se poi la quantità dell'acido arsenioso fosse molto esile, allora sublimasi una polvere grigia, la quale raccolta con precauzione e stropicciata su la carta con un corpo duro, prende lo splendore metallico, e se dopo si brucia, manifesta un fumo bianco che ha l'odore d'aglio. Questo processo, che è stato da poco tempo proposto da Valentino Rose, viene reputato anche dal Berzélius come il miglior mezzo onde provare la presenza dell'arsenico ne'casi di medicina legale; ma siccome nel versare l'acqua di calce nel liquido di sopra indicato si ottiene sempre precipitato, sia che contenga o no l'arsenico, il quale deriva da fosfato in combinazione della calce con le altre materie animali; queste potrebbero, mercè la loro scomposizione, somministrare prodotti facili a confondersi con quelli ottenuti similmente da una debolissima quantità di arsenico; perciò lo stesso Berzélius propose il seguente processo come più sicuro: Si fanno bollire i materiali liquidi contenuti nello stomaco assieme alle sue membrane tagliate in pezzi, con la potassa caustica, come nell'operazione precedente, adoperando però per la saturazione del liquido l'acido muriatico invece dell'acido nitrico (1); ed al

(1) L'acido nitrico induce quasi sempre nel liquido una tinta gialla,

liquido filtrato si fa passare una corrente d'idrogeno solforato. Se il liquido contiene in certa quantità l'acido arsenioso, si muta in giallo, e lascia precipitare dopo qualche tempo una sostanza dello stesso colore, che è il solfuro di arsenico; al contrario se la quantità dell'acido è troppo debole, il precipitato non ha luogo, ed il liquido diviene giallo solamente. In questa circostanza fa duopo svaporarlo, perchè a misura che la sua concentrazione ha luogo, si vedrà precipitare poco a poco il solfuro giallo di arsenico, qualora l'acido arsenioso vi si conteneva; in altro caso il solo color giallo del liquido senza precipitato, non potrà dare una pruova certa della presenza del veleno in esame. Qualora poi si ottenga il precipitato, si raccoglie sopra un filtro e si lava; e se la quantità fosse troppo esile, per distaccarlo, vi si versa un poco di ammoniaca liquida, la quale dopo si svaporerà in un piccolo cristallo di orologio: il solfuro allora resta isolato, e può facilmente distaccarsi dal cristallo.

Separto così il solfuro di arsenico, anche se la quantità fosse appena di $\frac{1}{100}$ acino potrà provarsi se contiene arsenico nel modo seguente: si cambii in acido arsenico, gittandolo sul nitro fuso contenuto in fondo di un piccolo tubo di vetro, ciò che ha luogo con una debole effervescenza, ed il sale residuo sciolto nella minor quantità possibile di acqua, si scomponga con un eccesso di acqua di calce, e si faccia bollire per separarne l'arseniato di calce. Questo sale, prosciugato, e riscaldato ad un leggiero calor rosso, si mescoli con poco carbone recentemente fatto, e s'introduca nel fondo del piccolo tubo chiuso nell'estremità, riscaldandolo prima poco a poco su la lampada a spirito, e dopo mediante il cannello sino a che il vetro, nella parte ove è il mescuglio, comincia a fondersi. L'arsenico verrà ridotto e si radunerà nella parte più stretta del tubo, e così potrà aversi una più estesa superficie vi-

---

poichè le materie animali che contiene lo scompongono e lo mutano in acido nitroso, a cui poi va dovuto il color giallo: perciò bisogna guardarsi di adoperare quest'acido, poichè l'acido arsenioso se vi esiste in quantità molto esile, manifesta lo stesso colore coll'idrogeno solforato, senza deporre sostanza gialla.

sibile di arsenico metallico, la quale poi presenterà i caratteri descritti al §. 661. Berzelius ottenne la riduzione dell'arsenico anche ad un calor meno elevato, sostituendo l'acido borico al carbone, ma poichè quest'acido si rigonfia, così chiude spesso l'interno del tubo ed impedisce che l'arsenico si volatilizzi.

520. Liebig ha ottenuto anche la riduzione dell'arsenico mettendo prima il solfuro di arsenico in fondo di un tubo, come quello indicato per la riduzione dell'acido arsenioso, e quindi versandovi un poco di tartrato di calce, precedentemente calcinato al rosso in vasi chiusi. Dopo ciò si comincia dal fare arroventare su la lampada a spirito la parte del tubo ove è contenuto il tartrato di calce, che calcinato sarà stato ridotto in calce e carbone molto diviso, e poi se ne riscalda l'estremità ove è racchiuso il solfuro, per ridurlo in vapori e farlo così passare sul mescuglio di calce e carbone. L'azione riunita del solfuro di arsenico e del carbone su la calce, daranno origine all'acido carbonico ed al solfuro di calcio, e l'arsenico ridotto dal calcio si vedrà sublimare a qualche distanza della parte riscaldata del tubo.

Questo saggio può anche rendersi più breve, come lo indica Orfila, e che ho più volte ripetuto con eguale successo, mescolando il detto solfuro al carbonato di potassa o di soda, ed alla polvere di carbone, riscaldando al rosso questo mescuglio posto in fondo di uno de' tubi indicati (1).

521. Vi sono altri metodi di cui si sono sinora serviti i chimici, e che quì brevemente si espongono con alcune osservazioni.

Fatti bollire i materiali liquidi con la potassa, come si

(1) In questi saggi così delicati, ne' quali anche delle tracce di veleno non possono sfuggire all'osservatore, bisogna assicurarsi che i reattivi non contengano arsenico. Difatti può accadere che l'acido idroclorico sia stato preparato con acido solforico ottenuto dalle *piriti* o dai *solfi arseniferi*, ed allora l'arsenico passa con l'acido idroclorico nella sua preparazione. Perciò fa duopo assicurarsi se l'acido solforico che si adopera sì per l'estrazione dell'acido idroclorico, che pel gas idrogeno solforato, contenga arsenico, e nell'affermativa, vi si fa passare prima una corrente d'idrogeno solforato per precipitarne l'arsenico allo stato di solfuro, e così depurato si adopera per l'uso indicato.

è esposto più innanzi, il liquido si esamini co'seguenti reattivi.

Il *nitrato di argento* deve formarvi un precipitato giallo di arsenito di argento.

Il *solfato di rame ammoniacale* un precipitato verde di arsenito di rame (composto di acido arsenioso ed ossido di rame). Con questo reattivo potrà scovrirsi 1/110000 di acido arsenioso.

L'*acido idrosolforico*, ossia idrogeno solforato, dovrà produrvi un precipitato giallo di solfuro di arsenico, anche se vi fosse solamente 1/10000 di ossido di arsenico sciolto nell'acqua. Questo solfuro poi disseccato, si mescola alla potassa, si riscalda sino al rosso in un tubo chiuso stretto e lungo, e così potrà colla sua scomposizione vedersi, se dopo essersi unito il solfo alla potassa, l'arsenico metallico si sublima.

L'*idrosolfato di potassa* o di ammoniaca versato nel liquido reso appena acido, che tiene l'arsenico in soluzione, formerà un precipitato giallo, che è lo stesso del precedente. In questo sperimento, l'acido si aggiunge per mettere a nudo il gas idrogeno solforato, il quale poi reagendo su l'ossido di arsenico, il suo ossigeno si combinerà all'idrogeno per formare l'acqua e lo zolfo all'arsenico.

La soluzione rossa di camaleonte minerale, versata nel liquido che contiene una piccolissima quantità di ossido di arsenico, acquista un color giallo. Il camaleonte minerale contenendo l'acido manganico, questo si scompone, l'eccesso del suo ossigeno cambia l'acido arsenioso in acido arsenico, il quale poi si combina all'ossido di manganese (1).

---

(1) Wollaston ha proposto un mezzo ingegnoso onde poter conoscere l'arsenico ne'casi di avvelenamento. Allorchè vi si trova in proporzioni molto esili, e che si potesse avere poca quantità di arsenito di potassa, si concentra, e si mette una goccia del liquido ottenuto sopra una lastra di vetro pulita, che poggia sopra un fondo bianco, e vi si tirano linee in diversi sensi colla punta di un vetro tirato alla lampada, il quale si fa toccar colla punta la goccia del suddetto liquido. Con un altro tubo di vetro anche tirato alla lampada si applica su queste linee separatamente qualche goccia di uno de'reagenti descritti, ed i cambiamenti di colore ivi citati saranno subito visibili attraverso la lastra sul foglio di carta.

*

Il cianuro doppio di potassio, l'albumina, la gelatina, lo zuccaro di latte, il picromele, e la resina della bile non intorbidano la soluzione di protossido di arsenico.

Tutte queste reazioni però possono esser prodotte da altre sostanze; così p. e. l'acido fosforico, che è contenuto nelle materie animali, dà similmente un precipitato giallognolo col nitrato di argento, ed il solfato di rame ammoniacale produce egualmente un precipitato verde nella decozione di caffè e di molte altre sostanze vegetali. Ma quando questi precipitati sono in quantità tale da potersi raccogliere, e sottoporre ad altri sperimenti, come a quelli descritti nel processo di Berzélius, per operarne la riduzione dell'arsenico, debbono considerarsi egualmente esatti; e l'idrogeno solforato esser tenuto come il migliore ed il più sensibile reattivo per iscovrire l'arsenico, previe le precauzioni di sopra descritte, e gli sperimenti decisivi da eseguirsi sul solfuro di arsenico che sarà stato prodotto da questo gas.

La riduzione dell'arsenico metallico, quando la quantità fosse molto tenue, è la sola pruova certa della presenza dell'arsenico, poichè l'odore di aglio e gli altri caratteri descritti, possono facilmente travedersi dalle persone poco abituate a simili saggi analitici; e niun medico o chimico dovrebbe intraprendere, o addossarsi un tale incarico, se non quando, per dare francamente una contestazione legale a tutt'i saggi mercè i quali ha potuto dedursi la presenza dell'arsenico, avessero essi stessi assistiti all'estrazione delle materie contenute nello stomaco, nell'esofago, e nel canale digestivo della persona morta, o che vi siano state presenti persone di cui poco può dubitarsi su la lealtà delle loro asserzioni.

Il metodo di Rapp, commendato dall'Orfila nel suo ultimo *Trattato di tossicologia pratica,* è come appresso: Riunite tutte le parti liquide provenienti dallo stomaco non che dalle lozioni di questo e degli altri visceri sopra notati, si evaporano, e quindi disseccate si versano gradatamente in un matraccio a collo lungo, situato sopra un bagno di sabbia, in cui si sarà già fuso 1 oncia di nitrato di potassa: a misura che si versano le materie disseccate vi sarà deflagrazione, e non vi si aggiugneran-

no delle altre se le prime non siansi totalmente bruciate. Quindi ottenutane la intera distruzione col mezzo del nitro, si toglie il matraccio dal fuoco, che raffreddato si cercherà sciogliere con acqua pura tutta la massa in esso contenuta. La soluzione costerà d'arsenito di potassa, di nitrato che non si è scomposto, perchè debbesi adoperare in eccesso, carbonato di potassa, e qualche solfato ed idroclorato. Il liquido si filtra, e dopo aver saturato il carbonato di potassa con acido nitrico puro, si tratta coi reattivi atti a scovrire gli arseniti; fra i quali sono da preferirsi l'idrogeno solforato ed il solfato di rame ammoniacale, somministrando il primo un precipitato giallo di solfuro di arsenico, e l'ultimo un altro verde di arsenito di rame. Se la quantità di arsenito è molto tenue non si avrà nel liquido che il solo cambiamento di colore senza precipitato; questo però dovrebbesi ottenere, essendovi realmente l'arsenito di potassa, dopo evaporato il liquido, come abbiam detto nel processo di Berzelius. Il solfato ottenuto si tratterà secondo il processo di questo stesso autore, o di Liebig già descritto. Se poi le ricerche su i liquidi riuscissero infruttuose, allora si agirà su i solidi, come descriveremo nel trattamento delle materie solide.

522. Quando poi con questi mezzi non si è pervenuto a scovrire l'arsenico, fa duopo portare queste indagini su lo stomaco e sul canale digestivo, che saranno stati, dopo l'*autopsia*, conservati nell'alcool.

Allora si riducono in pezzi questi visceri, e si fanno bollire coll'acqua distillata per lo spazio di un ora. Si decanta il liquido, se ne saggia un poco col solfato di rame ammoniacale, col nitrato di argento, coll'acido idrosolforico e col camaleonte minerale rosso, ed osservandovi i cambiamenti precedentemente descritti, potrà decidersi che la soluzione contiene il protossido di arsenico; e per comprovarlo, si aggiunge a questa soluzione la potassa, si svapora a secchezza, e si calcina la massa colla polvere di carbone in un tubo chiuso stretto e lungo, per ottenerne l'arsenico metallico.

Se le materie contengono il solfuro di arsenico, che ha potuto resultare dalla scomposizione del protossido per mezzo de' solfuri alcalini, qualora fossero stati somminì-

strati all'individuo prima di morire, come controveleni, bisognerà allora raccogliere questo solfuro nel deposito, comechè insolubile, e trattarlo colla potassa, calcinandolo nel solito tubo per ottenerne l'arsenico metallico.

523. I controveleni finora proposti da Navier, Renault ed altri, secondo ha osservato Orfila, non sono di alcun vantaggio. Essi han fatto uso de'solfuri alcalini, ma ecco i resultamenti rapportati da questo autore.

Ad un cane furono injettati nello stomaco per mezzo di un tubo elastico dieci acini di ossido bianco di arsenico sciolto nell'acqua, che teneva in soluzione l'idrosolfuro di patassa. Passati 12 a 15 minuti i vomiti furono violenti, e si credè che il veleno fosse stato interamente espulso dallo stomaco; ma dopo poco tempo i sintomi dell'avvelenamento ebbero luogo un'altra volta, e l'animale morì dopo quattro ore.

Il solfuro di calcio offerì gli stessi fenomeni.

L'idrogeno solforato sciolto nell'acqua, produsse vantaggi quando il veleno era stato somministrato sciolto, ma non avveniva lo stesso allorchè erasi dato solido.

Così ad un grosso cane furono injettati 4 grani di protossido di arsenico, sciolto in once 14 di acqua satura d'idrogeno solforato; l'animale non soffrì che pochi sconcerti nello stomaco, e dopo tre giorni era ristabilito. Questa dose dell'ossido di arsenico fu avvanzata fino a 10 acini, ed i resultamenti furono sempre gli stessi.

Da queste sperienze potè dedursi, che il nuovo composto formato dall'idrogeno solforato e dall'ossido di arsenico, cioè il *solfuro giallo di arsenico* (orpimento), può essere somministrato alla dose di più acini senza che produca cattivi effetti; ma se l'ossido di arsenico trovasi solido nello stomaco, come spesso avviene, poichè suol darsi in polvere, allora l'acqua satura di acido idrosolforico non produce alcun vantaggio, essendo già avvenute le corrusioni, e quindi l'assorbimento del veleno nel torrente delle circolazione.

Infatti ad un cane furono introdotti nello stomaco 8 acini di protossido di arsenico ridotto in polvere, e 14 once di acqua satura d'idrogeno solforato. I sintomi dell'avvelenamento ebbero luogo, e l'animale spirò dopo dodici ore.

Da questi fatti Orfila conchiude che non vi sono controveleni per l'arsenico, e che bisogna ricorrere ad altri mezzi che si apprendono dalla medicina (1).

Acido arsenico (perossido).

524. Schéele scoprì questo composto e lo chiamò *acido arsenico* (2). Secondo il suo processo si ottenne, distillando sino a secchezza un mescuglio di 1 parte di protossido di arsenico ridotto in polvere fina, 4 p. di acido nitrico a 33°, oppure a 34°, e 2 p. di acido idroclorico concentrato. Allorchè quasi tutto il liquido è distillato, ed il mescuglio ha preso la consistenza sciropposa, si passa in una capsola di porcellana, si riscalda la massa finchè diviene quasi rovente, e raffreddata si conserva in bocce ben chiuse. In questa operazione gli acidi nitrico ed idroclorico sono in parte scomposti, l'ossigeno del primo si porta su l'ossido di arsenico e lo acidifica maggiormente, e combinato ad un poco d'idrogeno del secondo forma l'acqua: l'acido nitroso ed il cloro verranno sviluppati allo stato di gas.

Quest'acido è bianco, più solubile e più venefico dell'acido arsenioso. Il suo sapore è molto caustico; arrossa fortemente le tinture turchine vegetali, meno quella dell'indaco. Esposto al fuoco si fonde e si vetrifica; ma un calore più forte può scomporlo separandone l'ossigeno, e l'acido arsenioso che ne resulta si volatilizza. Il carbone lo riduce in arsenico metallico. Esposto all'aria diviene deliquescente, ed è perciò difficile aversi cristallizzato.

---

(1) Gli emetici sono indicati ne' primi periodi dell' avvelenamento; ma se il vomito prodotto dallo stesso arsenico comincia ad aver luogo, allora può secondarsi con larghe ed abbondanti bibite di latte, acqua tiepida, olio di ulive, ec.

Se potranno aversi degl' indizii che il veleno sia passato nel tobo intestinale, i lavativi con le sostanze indicate saranno molto opportuni. Allorchè poi i sintomi dell' avvelenamento vanno a mancare e che si è certo che l'arsenico è stato rigettato, si daranno i corroboranti ed i leggieri stomachici. La polvere di carbone proposta, come antidoto dell' arsenico, e più recentemente l' idrato di ferro, sono mere asserzioni, dappoichè è noto non aver queste sostanze azione decisa sul protossido di arsenico, ed esser troppo pronta l'azione corrosiva, e quindi l' assorbimento del veleno.

(2) Schéele Mém. I, pag. 120.

Non agisce nè su l'ossigeno puro, nè su quello dell'aria. Sciolto nell'acqua forma l'acido arsenico liquido, che è scomposto dall'idrogeno solforato come l'acido arsenioso, formandosi acqua e solfuro di arsenico (§. 680).

Composizione.

Berzélius dietro varie sperienze intraprese per conoscere la composizione di quest'acido, lo trovò formato da 100 di arsenico e da 51, 428 di ossigeno; ma poichè egli considerava il protossido composto da 100 del primo e 31, 89 del secondo, così in un altra analisi conobbe che quest'acido conteneva sopra 100 di metallo, 53, 187 di ossigeno, ciò che coincide colla composizione dell'acido fosforico col quale è *isomerico*, che contiene cioè 2 volumi di radicale e 5 di ossigeno; sperienze che si accordano con quelle di Bucholz e Proust. La sua capacità di saturazione è eguale a $\frac{1}{5}$ della quantità di ossigeno che contiene, cioè 13, 888. L'ossigeno dell'acido arsenioso è a quello dell'acido arsenico :: 3 : 5, egualmente che pel fosforo (Berzélius). (*Ann. de chim. LXX, pag. 15 ; et Ann. de chim. et de phys. t. V, p. 179*).

Dopo questa composizione simile a quella dell'acido fosforico, Mitscherlich trovò che esso era *isomerico* anche coll'acido solforico e coll'acido selenico ; e provò dippiù che questi quattro acidi saturati dalle stesse basi, i sali cristallizzano colle stesse forme, e quindi sono fra loro *isomorfi*. Furon questi sali e questi acidi che dettero origine alla dottrina dell'*isomorfismo* immaginata da Mitscherlich, come si è esposta ai §§. 244, 245 e 246 di questo volume.

L'acido arsenico non ha usi. Si combina a molti ossidi metallici e forma degli *arseniati*, che conosceremo nel trattato de' sali.

Cloruro di arsenico.

525. Si conosce un solo composto di cloro ed arsenico, e corrisponde al *butiro di arsenico*. Si ha gittando l'arsenico in polvere nel gas cloro, perchè esso vi brucia spontaneamente e si cambia in cloruro; ovvero distillando un miscuglio di 1 parte di arsenico e 6 parti di pertloruro di mercurio (sublimato corrosivo), ridotti in polvere e mescolati insieme.

Il cloruro di arsenico è liquido, pesante e scolorato;

ha una consistenza oleosa; è molto volatile; scompone l'acqua allorchè è in poca quantità, e si cambia in acido idroclorico e protossido di arsenico solubile; ma se la quantità dell'acqua è più grande, il protossido si precipita quasi totalmente.

Esso scioglie a caldo il fosforo, lo zolfo, molte resine ec., che lascia poi precipitare col raffreddamento. John Davy lo ha trovato formato da 2 atomi di arsenico e 3 atomi di cloro, o da 4, 75 del primo e 7, 125 dell'ultimo. La sua composizione si crede che corrisponda all'acido arsenioso.

Bromuro di arsenico.

526. Mettendo l'arsenico in contatto del bromo, le due sostanze si combinano con isviluppo di luce. Questo bromuro si ottiene aggiugnendo poco a poco l'arsenico in polvere sul bromo, sino a che una novella dose di bromo non produce più deflagrazione, e distillando dopo la massa. Il bromuro passa nel recipiente sotto forma di un liquido scolorato o tinto appena di giallo, in cui poi si cristallizza.

Questo bromuro è solido a + 20°, diviene liquido da + 20° a + 25°, ed entra in ebollizione a + 220°. Ridotto in vapori cristallizza in lunghi prismi dopo il suo raffreddamento. Esposto all'aria spande pochi vapori, ma ne attira leggiermente l'umido. Una grande quantità di acqua lo scompone, e lo cambia in acido arsenioso ed acido idrobromico che resta in soluzione (Serullas).

Ioduro di arsenico.

527. Riscaldando il iodio con l'arsenico, le due sostanze si combinano facilmente e senza sviluppo di calorico, come ha osservato Ruhland. Questo ioduro è rosso di porpora carico; ha le proprietà acide; si scioglie nell'acqua, e la soluzione non è intorbidata dalla potassa, ciò che dà luogo a credere che questo ioduro scomponendo l'acqua formi acido arsenico ed acido idroiodico, i quali poi danno origine a due sali distinti con la potassa che sono solubili. Il nitrato di argento scompone la soluzione acquosa di questo ioduro, formandovi un precipitato giallognolo di argento. (*Ruhland; Schweigger's Journal, XI, 140*).

Fluoruro di arsenico.

528. Distillando un mescuglio di acido arsenioso, fluoruro di calcio ed acido solforico, passa nel recipiente un liquido fumante e scolorato che è il protofluoruro di arsenico, il quale posto in contatto dell'acqua si muta in acido arsenioso ed acido idrofluo-arsenioso. Questo fluoruro si scompone anche in contatto del vetro e compiutamente, sviluppandosi l'acido fluo-silicico, o il fluoruro di silicio, e l'acido arsenioso rimane per residuo. Il suo peso specifico è 2, 73 (Unverdorben).

529. L'arsenico non si è combinato ancora al carbonio ed all'azoto. Si unisce però facilmente all'idrogeno e forma due composti distinti, l'*idruro di arsenico* cioè, ed il *gas idrogeno arsenicato.*

Idruro di arsenico.

530. Davy, Gay-Lussac e Thénard esaminarono contemporaneamente questo idruro. Si ottiene quante volte si mette in contatto dell'acqua l'arseniuro di potassio: l'acqua è scomposta, si forma protossido di potassio solubile (potassa), l'idrogeno si unisce all'arsenico e dà luogo ad una polvere bruna che è l'*idruro di arsenico.* Può anche ottenersi facendo immergere nell'acqua i due fili positivo e negativo di una pila posta in attività, adattando un pezzetto di arsenico al polo negativo. L'acqua verrà anche scomposta, l'ossigeno si porta al polo positivo, e l'idrogeno anderà a combinarsi all'arsenico al polo negativo, formando l'idruro di arsenico che si vedrà separare sotto l'aspetto di fiocchi bruni.

Quest'idruro è solido, ha color bruno rossiccio e non ha odore nè sapore. Riscaldato in una piccola campana piena di azoto, non è scomposto ad un calor rosso ciliegio, ma lo è probabilmente ad una temperatura più elevata. Alla temperatura ordinaria non ha azione su l'ossigeno, se però viene riscaldato con una lampada ad alcool in un tubo ricurvo pieno di questo gas, si cambia in protossido di arsenico; si forma acqua, e isviluppasi molto calorico e luce.

L'azione de' corpi combustibili su quest' idruro non è stata ancora bene esaminata. *(Recherches Physico-chimiques, t. I, pag. 232).*

Gas idrogeno arsenicato.

531. Schéele scovrì questo gas (1), e Proust l'ottenne trattando diverse sostanze con lo stagno (2). Tromsdorf ne descrisse molte sue proprietà nel 1803 (3), ma Stromeyer ne fece dopo un esame più compiuto ed esatto. (*Journal de Phys. t. LXIX p. 232*).

Stato naturale ed estrazione.

Il gas idrogeno arsenicato non è stato trovato in natura. Si ottiene facendo fondere in un crogiuolo 3 parti di stagno in limatura, mescolato con 1 parte di arsenico in polvere. L'arseniuro di stagno ottenuto ridotto in polvere si tratta con acido idroclorico concentrato, riscaldando appena il mescuglio in un piccolo matraccio con tubo ricurvo, ed il gas che si sviluppa potrà raccogliersi nell'acqua o sul mercurio. Si produce la scomposizione dell'acqua, contenuta nell'acido, si forma protossido di stagno che si unisce all'acido idroclorico, e l'idrogeno si combina con l'arsenico.

Il processo però di Tromsdorf è più semplice. Esso consiste nel mescolare esattamente 4 parti di limatura di zinco ed 1 di arsenico in polvere, aggiugnendovi l'acido solforico allungato con 2 volte il suo peso di acqua: il gas si sviluppa rapidamente anche alla temperatura ordinaria.

Il gas idrogeno arsenicato è senza colore, il suo odore è dispiacevole; non ha affatto le proprietà degli acidi; non è atto alla combustione, ma brucia con fiamma azzurra allorchè viene acceso, e lascia deporre l'arsenico metallico. Il suo peso specifico, allorchè è puro, è secondo Dumas, 2,695, e secondo Tromsdorf, quando è ottenuto dallo stagno arsenifero, varia da 0,500, a 0,5293. L'acqua non lo assorbe sensibilmente. Conservato in vasi asciutti ed esattamente chiusi, non è affatto alterato anche dopo molto tempo. Esposto ad un freddo di — 40 si condensa in un liquido simile all'etere, il quale si volatilizza

(1) Mém. de chim. de Schéele, 1, 182.
(2) Ann. de chim. XXV, 215.
(3) Nicholson's Journ. V, 200.

appena viene in contatto dell'aria. La sua azione su l'ossigeno ha luogo solo a temp. alquanto elevata; sicchè mescolato tanto all' ossigeno che all' aria, detona allorchè vi si scarica una scintilla elettrica, o che vi si metta in contatto una candela accesa: se però si adopera poco ossigeno, il solo idrogeno brucia e l'arsenico metallico si precipita; e quando si unisce 1 parte di questo gas con 5 parti di ossigeno, il mescuglio non più s'infiamma. Secondo Stromeyer 100 pollici cubici di questo gas ne domandano 51, 333 di ossigeno per mutarsi tutto in acqua ed acido arsenioso. Secondo Thénard poi bisogna adoperare il doppio di ossigeno del gas idrogeno arsenicato, affinchè la combustione sia compiuta; e se la quantità di quest' ultimo gas fosse in eccesso, allora si otterrebbe acqua ed un idruro di arsenico solido.

L'acqua priva di aria non ha azione su questo gas; se però contiene aria, lo scompone lentamente e si forma l'idruro di arsenico, che si attacca su le parieti de' vasi sotto forma di una polvere scura. Riscaldando il suddetto gas in contatto con lo zolfo in una campana ricurva sul mercurio, si forma solfuro di arsenico solido e gas idrogeno solforato.

L'acido nitrico concentrato mescolato rapidamente a questo gas produce lo sviluppo di molti vapori rossi, seguiti da una detonazione accompagnata da fiamma.

Il potassio, il sodio e lo stagno riscaldati come lo zolfo in questo gas, lo scompongono, si appropriano dell' arsenico, col quale vi formano degli arseniuri, e ne separano l'idrogeno.

L'azione poi del cloro su questo gas è una delle più straordinarie. Appena si fa passare qualche bolla di gas cloro nel gas idrogeno arsenicato, ha luogo su l'istante una infiammazione; si forma dell'acido idroclorico e l'idruro di arsenico che si precipita sotto forma di densi vapori bruni.

Questo gas non ha alcun uso.

L'azione dell'idrogeno arsenicato su l' economia animale è sommamente nociva. L'aria che ne contiene appena 0, 1 del volume è già mecidiale. La morte dell' infelice Gehlen, che fu vittima del suo zelo per questa scienza n' è

una pruova incontestabile. Occupato egli in unione di Rubland sopra le ricerche dell'azione dell'arsenico su la potassa caustica, sviluppossi una piccola quantità di gas idrogeno arsenicato, che non appena l'ebbe respirato, a capo di un ora si manifestarono delle nausee, de'vomiti frequenti accompagnati da tremore e da una grande debolezza; sintomi che poco a poco divennero sempre più spaventevoli. Niuno antidoto si rendè giovevole, e dopo il nono giorno lo sventurato Gehlen morì in mezzo a'più terribili dolori. (*Ann. de chim. t. XCV, pag. 110*).

Composizione. — Dopo l'analisi fatta da Stromeyer, trattando una quantità conosciuta di questo gas con l'acido nitrico, la sua composizione sarebbe rappresentata da 89, 76 di metallo e 10, 24 di gas idrogeno. Gay-Lussac e Thénard han trovato, che questo gas racchiude una quantità tale d'idrogeno che, quando l'arsenico è assorbito da altri metalli, il volume dell'idrogeno puro che resta $\doteq$ 1, 4 di quello del gas idrogeno arsenicato. Infatti, riscaldando essi sino al rosso un eccesso di stagno in un tubo ricurvo sul mercurio pieno di questo gas, 100 volumi spogliati dall'arsenico che restò unito allo stagno, aumentarono sino a 140 volumi; dal che calcolando su la densità dell'idrogeno arsenicato, poterono dedurne che questo gas doveva esser composto da 100 di arsenico e 28, 68 d'idrogeno in peso.

Solfuri di arsenico.

532. L'arsenico si combina al solfo in varie proporzioni, facendo fondere le due sostanze, o riscaldando il protossido di arsenico col solfo. In quest'ultimo caso però si forma un poco di acido solforoso che si sviluppa in forma di gas.

Berzelius ammette 5 sole combinazioni di arsenico e solfo a proporzioni definite, delle quali due si trovano in natura, cioè *l'orpimento* ed il *realgar*, e le altre tre sono il prodotto dell'arte.

1. *Solfuro bruno di arsenico* (sottosolfuro).

Si ottiene facendo digerire il realgar in polvere nella

soluzione di potassa caustica: si forma una polvere nera che inclina al bruno, la quale dopo lavata e prosciugata ha color pulce. Distillata si scompone sublimandosi prima il solfuro di arsenico e poi l'arsenico metallico.

2. *Solfuro ipoarsenioso*, che corrisponderebbe all'acido ipoarsenioso (realgar).

Trovasi questo solfuro a Saint-Gotard, in Transilvania, ed esiste ancora sopra i pezzi di *orpimento*, ed in bellissimi cristalli color di rubino in vicinanza de' vulcani, come è quello della solfatara vicino Napoli, ec. Ma il più sovente è in masse compatte, bacillari. Il suo colore varia dal rosso di rubino al rosso arancio. È insolubile nell'acqua, e non ha nè sapore nè odore. È più fusibile dell'arsenico e dell'orpimento, ed è come quest'ultimo scomposto dal fuoco. Il suo peso specifico è 4, 3364, ed è composto secondo Laugier da 100 di arsenico e 43, 73 di solfo, proporzione che Berzélius porta a 41, 85. Siccome questo solfuro corrisponde al protossido di arsenico (arsenico bianco), così Thénard lo considera, dietro la composizione del protossido in 100 di arsenico e 32, 28 di ossigeno, come composto da 64,95 di solfo sopra 100 di arsenico; proporzione che è troppo alta in rapporto a quella ottenuta da'due chimici precedenti.

Laugier ha provato che il solfuro di arsenico artificiale, il quale si ottiene facendo sublimare un miscuglio di zolfo ed arsenico, sia che si adoperi un eccesso di arsenico o di solfo, contiene sempre costentemente sopra 100 di metallo 71, 89 di solfo. Berzélius però crede il contrario, che cioè questo solfuro deve prepararsi adoperando un eccesso di solfo, e può anche ottenersi facendo fondere un mescuglio di arsenico bianco e solfo. Il solfuro ottenuto essendo puro, si ha in masse trasparenti e di un bel rosso di rubino (rubino arsenicale), e può distillarsi senza che si scomponga.

Il realgar si usa spesso come colore nella pittura. Esso serve a fare il *fuoco indiano bianco*, il quale si compone con 24 parti di nitro, 7 di fiori di solfo e 2 di realgar. Questo fuoco è perfettamente scolorato e spande molta luce, in modo che un cilindro di 10 pollici di diametro che ne fosse ripieno, acceso a lido di mare, la luce sa-

rebbe veduta a 40 leghe marine lontane dalla costa. Si usa anche ne' teatri, in vece delle fiamme di Bengala, allorchè vuol prodursi un maggior effetto.

3. *Solfuro arsenioso* (orpimento).

Questo solfuro corrisponde al protossido di arsenico o acido arsenioso (arsenico bianco). Trovasi nativo in masse che si compongono di tante lamine sottilissime e flessibili, soprapposte le une alle altre, di un bel colore giallo di oro e molto splendenti; ma il più sovente si rinviene oolitico, granulare e compatto, e di rado in cristalli. Esiste così in Ungheria, nella Moldavia, nella Transilvania, ad Halapos, nella Vallachia, in altri luoghi di Oriente, ed in vicinanza de' vulcani, come nella Solfatara vicino Napoli ec., ma allora è in quantità appena sensibili. Non ha odore, nè sapore; è insolubile nell'acqua; si fonde prima dell'arsenico, e si rappiglia in una massa fragile di color giallo arancio. Se poi riscaldasi maggiormente può anche distillarsi. Assorbe l'ossigeno ad una temperatura alquanto elevata, e si cambia in acido solforoso ed acido arsenioso. Il suo peso specifico è 3, 45, ed è composto secondo Laugier, da 100 di arsenico e 61, 65 di solfo; proporzioni che Thénard porta a 64, 95.

Può anche aversi questo solfuro facendo passare una corrente di gas idrogeno solforato in una soluzione di protossido di arsenico, fatta nell'acido idroclorico; o scomponendo una soluzione di arsenito di potassa con un altra d'idrosolfato di ammoniaca, ovvero di potassa o di soda, aggiugnendovi dopo un poco di acido idroclorico allungato per facilitare la scomposizione dell'idrosolfato e sviluppare maggior quantità d'idrogeno solforato. In questa operazione formasi acqua coll'idrogeno dell'idrosolfato e coll'ossigeno dell'acido arsenioso, ed un solfuro giallo che si precipita. Così ottenuto, contiene secondo Thénard, sopra 100 di arsenico, 64, 56 di solfo.

Vi sono de' chimici che non ammettono alcuna differenza fra l'orpimento ed il realgar, poichè secondo ha osservato Proust, riscaldando l'orpimento finchè si fonde, prende il colore del realgar senza che sviluppasi alcuna sostanza gassosa; ma le analisi fatte da altri chimici portano ad ammettere il contrario.

Usi. — L'orpimento si usa il più sovente nella pittura. Esso entra nella composizione del *rusma* degli Orientali, o *depilatorio di Plenck*, che secondo questo autore si compone con 12 parti di buona calce viva, 1 di amido e 2 di orpimento, impastando il mescuglio con acqua nell'atto di applicarlo; e la dose dell'orpimento deve variare secondo l'età, o la durezza de'peli. Il mescuglio intanto è abbastanza attivo, e volendolo anche dippiù, si adoperano 3 once di orpimento sopra 15 once di calce.

Avvi ancora un altro *rusma* di maggiore attività, il quale si ottiene facendo bollire in un liscivio alcalino forte 2 once di calce viva e mezz'oncia di orpimento o realgar. Per conoscere la sua forza, vi si bagna una piuma, e quando applicato sul pelo questo cade, il rusma è buono. Per adoperarlo se ne bagnano le parti da cui vuol togliersi i peli, e dopo si lava con acqua tiepida. Deve però usarsi ogni circospezione nella sua applicazione, perchè laddove questo depilatorio fosse di una più grande causticità, potrebbe attaccare il tessuto della cute nello stesso tempo che i peli.

Il primo che è il più sicuro, si applica nel modo seguente: si umetta prima con acqua tiepida la parte della cute da cui vogliono togliersi i peli, e quindi vi si mette la pasta alquanto molle, che vi si lascia per alquanti minuti, avendo cura di mantenerla umettata con acqua per impedire che non si secchi troppo prontamente. Quando si vede che togliendo un poco della pasta i peli si distaccano facilmente, allora si porta via quest'ultima con l'acqua tiepida e si lava la parte.

Atteso quanto abbiamo precedentemente esposto su l'azione venefica delle paste arsenicali (§. 663), bisogna guardarsi dall'applicare il rusma su le parti della cute ove vi fosse la più piccola ulcerazione, e perciò non usarlo che su le parti perfettamente sane.

Solfuro di arsenico.

4. Questo solfuro corrisponde all'acido arsenico. Si ottiene precipitando una soluzione un poco concentrata di acido arsenico coll'idrogeno solforato, o scomponendo con lo stesso gas la soluzione anche concentrata di arseniato di potassa. Il precipitato è quasi simile all'orpimento, ma

un poco più chiaro; è meno fusibile del solfo, e fuso prende un colore più carico e rossiccio. Sublimato non si scompone, ma si rappiglia in una massa fusa di color rosso-bruno, la quale raffreddata diviene trasparente e debolmente tinta di un giallo-rossiccio. Fatto bollire con alcool, prima di fondersi perde una parte di solfo che si cristallizza col raffreddamento, ed il solfuro acquista un colore più carico. Posto ancora umido, o appena precipitato su la carta di tornasole, nella quale si fa arrivare il vapore dell'acqua bollente, la muta in rosso; fenomeno che ha luogo similmente se facciasi bollire nella stessa tintura allungata, ma col raffreddamento però il colore torna al turchino. L'ammoniaca, la potassa, la soda, e gl'idrati delle terre alcaline lo sciolgono sviluppandone con effervescenza l'idrogeno solforato, prodotto da' solfuri formati che scompongono l'acqua; fatto poi bollire con i carbonati ed i bicarbonati, ne discaccia l'acido carbonico, soprattutto se le soluzioni sono più concentrate. Esso è composto da 43, 31 parti di arsenico, e da 51, 69 di solfo, o da 100 di metallo e 106, 91 di solfo (Berzelius).

Persolfuro di arsenico.

5. Precipitando con l'alcool una soluzione neutra di solfoarseniato di potassa o di soda, filtrando il liquido, e distillandone la metà o i due terzi dell'alcool, il liquore dà col raffreddamento lento de'gruppi di laminette cristalline gialle e brillanti, le quali son formate dal persolfuro di arsenico, e che sovente riempiono interamente il liquido, ancorchè la loro quantità in peso fosse poco sensibile. Queste laminette cristalline contengono sempre un poco di solfuro di potassio o di sodio, e si fondono come il solfo. Il liquore da cui si è separato questo persolfuro dà con una lenta svaporazione un altro solfuro meno carico di solfo, e di color rosso, probabilmente della natura del realgar.

Seleniuro di arsenico.

533. Gittando l'arsenico nel selenio fuso, e riscaldando il miscuglio finchè cessa lo sviluppo di una delle due sostanze in eccesso, si otterrà una massa nera molto fusibile, che è il *seleniuro di arsenico*. Questa massa bolle ad un calor rosso, e distillata dà un composto che sem-

bra essere un *perseleniuro di arsenico*. L'ebollizione però dura per poco, e se quando la massa è divenuta incandescente, ed è in una fusione tranquilla, s'innalzi la temperatura fino al calor bianco, la sostanza che si sublima appena raffreddata diviene nera, e presenta l'aspetto e la frattura del vetro.

FINE DEL VOLUME PRIMO.

ADDIZIONE

Alla pag. 360 prima di Ammoniaca liquida agg.

Il solfo agisce con grande energia su l' ammoniaca, col mezzo del calore; si sviluppa l' azoto e l' idrogeno allo stato di gas, e si ottiene un idrosolfuro ed un idrosolfato di ammoniaca che cristallizza facilmente. L'operazione consiste nel far passare il solfo in vapore e l'ammoniaca allo stato di gas attraverso un tubo di porcellana rovente, raccogliendo i prodotti fissi in un recipiente circondato di neve (che si fa comunicare dall' altra estremità della canna), e le sostanze gassose con un poco di gas ammoniaco che sfugge alla scomposizione, su l'apparecchio pe'gas. Questo bromuro non è stata ancora analizzato.

Alla pag. 434 prima di Ioduro di fosforo agg.

Bromuri di fosforo.

473. Introducendo il fosforo in un recipiente che contiene il bromo, si accende, e si ottengono due composti distinti, uno liquido che è il *protobromuro*, il quale occupa il fondo del vaso, ed un altro solido che si sublima e cristallizza nella parte superiore dello stesso vaso, e che è il *perbromuro di fosforo*. Il *protobromuro* ha molta analogia col protocloruro. Sciolto nell' acqua e svaporata la soluzione, si sviluppa acido idrobromico, e resta un residuo che brucia lentamente cambiandosi in acido fosforico.

Il *perbromuro* è solido, ha color giallo, e si cambia in liquido rosso allorchè viene riscaldato, producendo dopo de' vapori dello stesso colore, i quali si condensano in aghi sovrapposti gli uni agli altri. Colla fusione forma cristalli romboidali; spande vapori densissimi all' aria, e dà acido fosforico ed idro-bromico allorchè si mette in contatto dell' acqua.

Il cloro scompone i due bromuri sviluppandone il bromo in vapori e combinandosi al fosforo. Il iodio però non vi esercita alcuna azione.

Alla pag. 143, prima della Sez. *VI. agg.*

Applicazione dell' elettricismo in medicina.

I casi ne' quali l'elettricismo ha prodotto vantaggi significanti, come lo assicura Singer, sono: *Contrazioni* inveterate dipendenti da qualche nervo offeso. — *Irrigidimento delle membra*, perseverandone però l'applicazione. — *Contorsioni, rilassatezze*, *ammaccature*, differendone l'uso fintanto che non sia cessata l'infiammazione. — *Tumori indolenti*, particolarmente negli scirri de' testicoli, ed in quelli induriti delle mammelle. Si usano forte scintille su la parte e lievi scosse. — *Pedignoni*. Usato con successo da Carpue. — *Sordità*. Le scintille dirette sull' apofisi mastoidea, ed intorno al meato esterno dell' udito; altre volte si traggono scintille dal lato opposto delle parti medesime, quando quelle direttamente non giovano. — *Opacità della cornea*. Uso prolungato, trasmettendo la elettricità alla parte offesa col mezzo di una punta di legno. — *Gotta serena*. Applicato come nell' opacità della cornea. — *Amenorrea*. Le scintille e qualche leggiera scossa han giovato nella soppressione de' mestrui; sono poi inefficaci nel caso di ritenzione. — *Malattie al ginocchio*. Ne' dolori e gonfiamenti le scintille han prodotto qualche vantaggio. — *Reumatismo cronico*. Numerose osservazioni confirmano essere utili le scintille per 10 a 15 minuti al giorno; se l'infermità è antica deve prolungarsene maggiormente l'uso. — *Reumatismo acuto*. si trova utile una corrente elettrica diretta col mezzo di una punta su la parte affetta. — *Paralisi*. Le scosse moderate e talor le scintille produssero buoni effetti. In generale pochi mali vi sono, al dire di Singer e di altri pratici, ne' quali non si citi qualche felice applicazione dell' elettricità. Fa duopo solo aver perseveranza e sapersi applicare, cioè graduarsi la quantità di elettricismo nelle diverse malattie; essendo abbastanza provato avere la elettricità grande influenza su i nervi, che quando la scossa elettrica attraversa una parte qualsiasi del corpo, può produrre gravi accidenti se questa non è proporzionata.

INDICE

DELLE

MATERIE CONTENUTE IN QUESTO VOLUME.

*



Biblioteca Nazionale
NAPOLI





